Ferdowsi Civil Engineering, 37, 3, 2024. (77-92)

Ferdowsi University of Mashhad

Ferdowsi Civil Engineering

https://civil-ferdowsi.um.ac.ir

Iranian Concrete Institute

Pavement Engineering Association of Iran

A Model to Evaluate the Physical Characteristics and Uses of Transport Networks in Dense Urban Structures with Emphasis on the Development of Sustainable Transport

Research Article

Rezvan Babagoli[1], Morteza Mohammadzadeh[2], Mohsen Amouzadeh Omrani[3]

DOI: 10.22067/jfcei.2024.85745.1275

1. Introduction

Transportation includes three main elements: human or passenger as a travel agent, infrastructure as a platform for traveling (e.g., roads, railways, waterways, air, and terminals), and vehicles as means of travel (e.g., car, bus, and motorcycle). Transportation planning strategies both directly (by changing the amount of land used for transportation facilities) and indirectly (by changing the accessibility of uses) affect land use, which is influenced by the sustainable development approach (reducing the use of private cars, decreasing environmental pollution, and changing and diminishing fuel consumption) through the parameters of reducing travel length and time, decreasing travel demand, developing the rail network, and proximity of the origin and destination of trips in land use planning. The outcomes have been the reduction of land use and the preservation and development of green space and natural environment, increasing density and creating mixed uses. Moreover, investigating the effective factors in transportation and urban uses with a sustainable development approach can be useful. Some of these factors include paying attention to public transportation and pedestrian development, increasing density to raise the demand for public transportation, and creating mixed uses to reduce the time and place of trips. In addition, the priority of designing the above measures around the stations of public transportation systems, especially in the dense parts of the city in the form of an urban development model with a focus on transportation (TOD1) can lead to the development of sustainable transportation, which will be investigated in this research. One of the basic problems of our country is the lack of a holistic view of the transportation network in order to improve traffic problems and improve the level of user satisfaction. Due to the development of the urban fabric of northern cities in recent years, many of these cities (e.g., Najir and Amol) are composed of two dense tissues in the central area of the city and a newly developed tissue in the outer area of the city. The innovation of this research is measuring the areas of the fabric of northern cities Najir and Amol. We expect that the transportation network can develop the sustainability of transportation and the movement of people. This development can be in the field of diverse facilities for walking, cycling, and public transportation, as well as access to uses and the existence of mixed users, which are the principles of sustainable transportation development and increased accessibility. As a result, the movement of people within these cities will be reduced.

2. Methods

In the first stage, the theoretical foundations, including the physical indicators of the users, as well as the indicators related to the road network, were examined according to the research basics. It is worth mentioning that the indicators are in two categories: 1- the network of roads and transportation indicators and 2- the structure and body of users. The indicators in the first category entail the width of the road, the width of the sidewalk, permeability and number of intersections, and parking conditions. The second category encompasses the type of use, mixed-use, building density, and number of floors with height density, which are in two systems. These are independent variables to measure the development of sustainable transportation, which is called smart development and growth, and as it was mentioned, it creates a basis for people to meet their daily needs, increases access, and reduces displacement by personal and motor vehicles. Next, the literature related to the research topic was addressed in more detail. In the second stage, according to the study area, potentials, and capacities regarding the relationship between the mentioned two categories of indicators with the sustainable development of transportation, the desired indicators and the likely influencer were selected. In the third stage, considering the determined indicators and initial perceptions of the environment and examining issues, such as road width, building density, height, and

*Manuscript received June 28, 2024, Revised July 24, 2024, Accepted September 3, 2024.

[1] Corresponding Author: Assistant Professor, Department of Civil Engineering, University of Science and Technology of Mazandaran, Behshahr, Iran. **Email**: Rezvan_Babagoli@yahoo.com

[2] MSc graduate Transportation student, Department of Civil Engineering, University of Shomal, Amol, Iran

[3] Assistant professor, Department of Civil Engineering, Savadkooh Branch, Islamic Azad university, Savadkooh, Iran.

land use, a questionnaire was designed to collect information from people. The questionnaire was standardized in terms of frankness and number and way of writing questions from the respondents' point of view, and according to the statistical indicators (statistical population, the degree of dispersion of the primary results obtained, and the expected confidence percentage). It was distributed among the people of the study area. In the fourth stage, by using mathematical and statistical modeling, the relationship of independent variables with the dependent variable sustainable transportation development (high accessibility and reduction of movement in dense urban areas) was examined. It should be noted that the evaluation criterion in modeling was the t-test. The correlation coefficient was used to present the model in the fifth step after measuring the amount of the dependent variable (sustainable transportation) in the neighborhoods. Dense urban textures, deficiencies, and potentials were examined and after the conclusion, a series of suggestions were made.

3. Conclusion

According to the obtained results, the process of development of sustainable transportation from the center of Amol city to the outside - the quality of which weakens as it reaches the peripheral wall - is because Amol is a mononuclear city. Therefore, the density and diverse uses are mostly concentrated in one core, leading to the development of sustainable transportation in terms of land use. However, regarding communication features and the transportation system, these have caused congestion in these areas. It is suggested that this type of city be transformed from a single core to multiple cores to provide different and mixed services and uses in the surrounding areas, reducing congestion and developing features related to the network and transportation system. The outcome will be increased safety of pedestrians, reduced interference between riders and pedestrians, the possibility of using bicycles, and easier access.

مهندسی عمران فردوسی، ۳۷، ۳، ۱۴۰۳. (۹۲-۷۷)

مهندسی عمران فردوسی

https://civil-ferdowsi.um.ac.ir/

انجمن مهندسی روسازی ایران

انجمن بتن ایران

ارائه مدلی جهت ارزیابی ویژگی‌های کالبد کاربری‌ها و شبکه حمل و نقل در ساختار شهری متراکم با تأکید بر توسعه حمل و نقل پایدار (مطالعه موردی شهر آمل)*

مقاله پژوهشی

رضوان باباگلی [۱]   مرتضی محمدزاده [۲]   محسن عموزاده عمرانی [۳]

DOI: 10.22067/jfcei.2024.85745.1275

چکیده هدف اصلی این تحقیق، سنجش مناطقی از بافت‌های شهری است که با توجه به کاربری‌ها و ویژگی‌های شبکه حمل و نقل می‌تواند در پایداری حمل و نقل و جابجایی افراد توسعه ایجاد کند. برای دستیابی به این هدف در این تحقیق ابتدا به شناخت ویژگی‌های مربوط به حمل و نقل پایدار در دو نظام کاربری‌های شهری و شبکه حمل و نقل در شهر آمل با استفاده از پرسشنامه، بررسی‌های میدانی و اطلاعات اخذ شده در طرح‌های قبلی پرداخته شد، سپس با استفاده از مدل سازی آماری رگراسیون بر اساس مشاهدات پرسشنامه، متغیر وابسته یعنی اندازه گیری کیفیت ویژگی‌های حمل و نقل پایدار در محلات مختلف (در ۱۲ محله تعیین شده) وابسته به متغیرهای مستقل مرتبط با سیستم حمل و نقل و کاربری زمین اندازه گیری شد. نتایج مدل نشان داد که از میان ۱۰ متغیر مستقل، متغیرهای مرتبط با شبکه و سیستم حمل و نقل نظیر: وضعیت شبکه پیاده از نظر کیفیت جداره و طراحی جذاب برای عابرین، وضعیت دوچرخه سواری و کیفیت استفاده از آن دارای سطح معناداری مناسب ($sig<0.05$) می باشند و همچنین متغیرهای مستقل مربوط به کاربری‌ها نظیر: شدت و تراکم ساختمانی و وجود کاربری‌های مختلط و به صورت مجتمع، در مدل تاثیرگذار هستند. با توجه به ضرایب منفی و مثبت آزمون t و B، می توان نتیجه گرفت که افراد در حوزه شبکه و سیستم حمل و نقل به دلیل وضعیت نامناسب مسیرهای پیاده، ایمنی نامناسب تردد عابر و عدم وضعیت مناسب دوچرخه سواری رضایت کافی ندارند، اما در حوزه کاربری (تراکم و وجود کاربری های مختلط)، با توجه به بافت محلات، دارای رضایت نسبی می باشند. لذا به منظور توسعه هر چه بیشتر حمل و نقل پایدار باید توجه بیشتری بر روی توسعه در خصوص دو متغیر مربوط به شبکه و کیفیت سیستم حمل و نقل داشت.

واژه های کلیدی قابلیت پیاده روی، توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی، بافت متراکم، تسهیلات شبکه حمل و نقل، حمل و نقل پایدار، کاربری زمین.

A Model to Evaluate the Physical Characteristics and Uses Transport Network in Dense Urban Structures with Emphasis on the Development of Sustainable Transport

Rezvan Babagoli   Morteza Mohammadzadeh   Mohsen Amouzadeh Omrani

Abstract *The main goal of this research is to measure the areas of urban contexts that, according to the uses and characteristics of the transportation network, can develop the sustainability of transportation and the movement of people. In order to achieve this goal, in this research, first of all, the features related to sustainable transportation in two systems of urban uses and transportation network in Amol city were studied using questionnaires, field surveys and information obtained in previous projects. then using statistical regression modeling based on the observations of the dependent variable questionnaire, i.e. measuring the quality of sustainable transportation features in different neighborhoods (in 12 designated neighborhoods) dependent on independent variables related to the transportation system and land use was taken The results of the model showed that among the 10 independent variables related to the network and the transportation system, such as: the condition of the pedestrian network in terms of the quality of the wall and attractive design for pedestrians, the condition of cycling and the quality of its use have a suitable significance level (sig< 0.05) and also independent variables related to uses such as intensity and density of buildings and the presence of mixed and integrated uses are effective in the model. According to the negative and positive coefficients of the t and B test, it can be concluded that people are not satisfied enough in the field of network and transportation system due to the poor condition of footpaths, poor safety of pedestrian traffic and the lack of suitable conditions for cycling, but in the field of The use (density and presence of mixed uses) have relative satisfaction according to the context of the localities, therefore, in order to develop sustainable transportation as much as possible, more attention should be paid to the development of two variables related to the network and the quality of the transportation system.*

Key Words Walkability, Transit oriented Development, Sustainable Transport, Dense Context, Land Use.

* تاریخ دریافت مقاله ۱۴۰۳/۴/۸ و تاریخ پذیرش آن۱۴۰۳/۶/۱۳می‌باشد.

(۱) نویسنده مسئول: استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه علم و فناوری مازندران، بهشهر، ایران.

Email: Rezvan_Babagoli@yahoo.com

(۲) دانش آموخته کارشناسی ارشد راه و ترابری، گروه مهندسی عمران، دانشگاه شمال، آمل، ایران.

(۳) استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران.

مقدمه

حمل و نقل یا ترابری، شامل سه عنصر اصلی انسان یا مسافر به عنوان عامل سفر، زیرساخت‌ها به عنوان بستر انجام سفر (جاده، راه آهن، راه آبی، هوایی و پایانه‌ها و...) و وسیله نقلیه به عنوان ابزار انجام سفر (خودرو، اتوبوس، موتورسیکلت و...) می‌باشد [1]. راهبردهای برنامه‌ریزی حمل و نقل هم مستقیم (از طریق تغییر میزان زمین مورد استفاده برای تسهیلات حمل و نقل) و هم غیر مستقیم (با تغییر قابلیت دسترسی کاربری‌ها) روی کاربری زمین تأثیرگذار می‌باشد [2] که این اثرگذاری با رویکرد توسعه پایدار (کاهش استفاده از خودروی شخصی، کاهش آلایندگی محیط زیست و تغییر و کاهش در مصرف سوخت)، از طریق پارامترهای کاهش طول و زمان سفر، کاهش تقاضای سفر، توسعه شبکه ریلی، نزدیکی مبدأ و مقصد سفرها در برنامه‌ریزی کاربری اراضی به کاهش استفاده از سطح اراضی و حفظ و توسعه فضای سبز و محیط زیست طبیعی، افزایش تراکم و ایجاد کاربری‌های مختلط منتهی گردیده است [3,4]. همچنین بررسی عوامل مؤثر در حمل و نقل و کاربری‌های شهری با رویکرد توسعه پایدار نظیر توجه به حمل و نقل عمومی، توسعه پیاده‌روی و در حوزه حمل و نقل شهری و همچنین افزایش تراکم با هدف افزایش تقاضای حمل و نقل عمومی و ایجاد کاربری‌های ترکیبی به منظور کاهش فاصله زمانی و مکانی سفرها و اولویت طراحی تدابیر فوق در کاربری‌های اطراف ایستگاه سامانه‌های حمل و نقل عمومی به ویژه در بافت‌های متراکم شهر در قالب الگوی توسعه شهری با محوریت حمل و نقل محور (TOD[1]) می‌تواند به توسعه حمل و نقل پایدار منجر شود که در این تحقیق به بررسی آن‌ها پرداخته خواهد شد[5] . یکی از مشکلات اساسی کشور ما عدم وجود دیدگاه کل‌نگر نسبت به شبکه حمل و نقل جهت بهبود مشکلات ترافیکی و افزایش سطح رضایت کاربران است. با توجه به توسعه بافت شهری شهرهای شمالی در سال‌های اخیر، بسیاری از این شهرها نظیر، آمل، از دو بافت متراکم محدوده مرکزی شهر و بافت توسعه یافته جدید در محدوده خارجی مرکز شهر تشکیل شده‌اند. نوآوری این پژوهش، سنجش مناطقی از بافت شهرهای شمالی نظیر آمل است، که با توجه به کاربری‌ها و ویژگی‌های شبکه حمل و نقل بتواند در پایداری حمل و نقل و جابه‌جایی افراد توسعه ایجاد کند. این توسعه می‌تواند در زمینه امکانات و تسهیلات پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و حمل و نقل عمومی، دسترسی به کاربری‌ها، وجود کاربرهای مختلط و... باشد، که در واقع اصول توسعه حمل و نقل پایدار است و باعث افزایش دسترسی و کاهش جابه‌جایی برای افراد جامعه در درون این شهرها می‌شود.

بیان مسئله

پرداختن به موضوع رفتارها و فعالیت‌ها به سبب تأثیری که بر سلامت عمومی جامعه دارند، عمدتا مورد توجه مردم، برنامه‌ریزان حمل ونقل، طراحان و برنامه‌ریزان شهری می‌باشد. به گونه‌ای که به تازگی پژوهش‌هایی به منظور بررسی فعالیت‌های شهروندان در قالب مباحث مرتبط با پیاده‌مداری و تأثیر آن بر سلامت افراد جامعه صورت گرفته است. اما در حوزه طراحی و برنامه‌ریزی شهری پژوهش‌های اندکی تأثیر کاربری‌ها بر رفتار عابران را مورد بررسی قرار داده‌اند. در واقع این پژوهش‌ها عمدتا به تأثیر کاربری‌های گوناگون و اختلاط آن‌ها برحرکت پیاده اشاره داشته و معتقدند برخی از کاربری‌ها دارای تأثیر مثبت بر حرکت پیاده بوده و می‌توانند مردم را به پیاده‌روی بیشتر و حضور در فضای شهری تشویق نمایند. همچنین برخی از کاربری‌ها اثر منفی بر حرکت عابران دارند [6,7].

امروزه و در اکثر کلان‌شهرها، اثرات مخرب ناشی از افزایش استفاده از اتومبیل شخصی و گسترش پرا کنده و کم‌تراکم حومه‌ها، و ازدحام در مناطق مرکزی شهرها نمایان شده است. به منظور کاهش این اثرات مخرب از دهه ۱۹۷۰ در ایالات متحده امریکا، ایده توسعه حمل و نقل پایدار مورد توجه سیاست‌گذاران و پژوهشگران عرصه برنامه‌ریزی حمل و نقل و شهری قرار گرفته است [8]. به نظر می‌رسد در کشور ما ایران نیز، زمان استفاده از این الگوی توسعه پایدار حمل و نقل و بهره‌گیری از فوائد ناشی از آن در کلان‌شهرها و شهرهای میانی فرا رسیده باشد. در ایران، گسترش سریع و گاهی بی‌برنامه شهرها و حومه‌های اطراف کلان‌شهرها، رواج استفاده شهروندان از خودروهای شخصی را به دنبال داشته است. همچنین افزایش سرسام‌آور خودروهای شخصی در کلان‌شهرهای کشور، موجبات شکل‌گیری آلودگی‌های گوناگون و تهدیدهای جدی زیرساخت‌های زیست‌محیطی شهرها را فراهم ساخته است. از این رو سازمان‌ها و نهادهای رسمی چون شهرداری، وزارت راه و شهرسازی و سازمان حفاظت از محیط زیست به تشویق شهروندان به استفاده از

سیستم حمل و نقل عمومی، دوچرخه و پیاده‌مداری همت گماشته‌اند. به واقع تشویق شهروندان به استفاده از سیستم‌های حمل و نقل پایدار با توجه به توزیع کاربری زمین و خصوصیات آن تأثیر به‌سزایی در کیفیت دسترسی افراد به نیازمندی‌هایشان دارد [9].

توسعه حمل و نقل پایدار افزایش دسترسی و تسهیل آن برای افراد به منظور برطرف کردن نیازهای آنان را در نظر می‌گیرد، به طوری که با کمترین جابه‌جایی و سالم‌ترین مد حمل و نقل نظیر پیاده، دوچرخه‌سواری و حمل و نقل عمومی این جابه‌جایی صورت گیرد. از طرفی پیاده سازی این منطق در مناطق مرکزی و متراکم شهرها قابلیت بیشتری دارد و تأثیر مثبتی را می‌تواند در کاهش ازدحام وسایل نقلیه شخصی داشته باشد. این پژوهش در پی یافتن اثرات کالبد کاربری زمین و ویژگی‌ها و تسهیلات شبکه حمل و نقل در تسهیلات عبور و مرور در بافت‌های CBD و متراکم شهری است و اینکه چگونه می‌تواند باعث توسعه حمل و نقل شهری به صورت پایدار شود [10].

یکی از تکامل یافته‌ترین دیدگاه‌های توسعه شهری که می‌تواند آغازی بر بهبود وضعیت کنونی شهرها و گامی مؤثر در راستای توسعه پایدار باشد، توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی TOD است. امروزه نظریه‌پردازان مسائل شهری معتقدند صرفا حمل و نقل عمومی برای تغییر الگوی توسعه و ایجاد تغییرات معنادار در فرم شهری کافی نیست. از این رو تأکید آن‌ها بر تلفیق سامانه‌های حمل و نقل عمومی در پایه و اساس شهر است و توسعه مبتنی بر حمل و نقل راهکار مناسبی برای این امر به شمار می‌رود. تأکید توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی بر ارتباط متقابل حمل و نقل عمومی و توسعه شهری است. طرح‌های توسعه با گرایش حمل و نقل عمومی شکلی از توسعه اراضی است که از حمل و نقل عمومی تأثیر پذیرفته و نوعی ارتباط بین کاربری زمین و حمل و نقل ایجاد می‌کند. این راهکار از اساس بر آن است تا با استقرار کاربری‌های جاذب و پرتردد در محوطه پیرامون کریدورهای حمل و نقل عمومی و یا با عبور این کریدورها از مناطق دارای تراکم جمعیت بیشتر و کاربری‌های عمده مولد و جاذب سفر برای ایجاد حمل و نقل و کاربری زمین متناسب و با یکدیگر گام بردارد. راهکارهای TOD همه گزینه‌های حمل و نقل از جمله مترو، اتوبوس، تاکسی و... را در بر می‌گیرد [11].

شاخص‌های حمل و نقل پایدار

پایداری عموما به منظور دنبال کردن روندها، مقایسه مناطق و فعالیت‌ها، ارزیابی سیاست‌ها و گزینه‌های ویژه برنامه‌ریزی و مجموعه اهداف اجرا، با استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌های قابل اندازه‌گیری ارزیابی می‌شود: شاخص‌های قدیمی حمل و نقل که عمدتا به شرایط ترافیک وسایل نقلیه توجه می‌نمود [12]؛ سطح خدمات سواره‌رو که هر چه بیشتر باشد بهتر است؛ میانگین سرعت ترافیکی که فرض بر این است که هر چه بالاترباشد بهتر است؛ قیمت و تسهیلات پارکینگ که تسهیلات بیشتر و قیمت پایین‌تر بهتر تلقی می‌گردد و در نهایت نرخ‌های تصادفات پایین‌تر که بهتر تلقی می‌شود.

اما شاخص‌های جامع حمل و نقل پایدار طیف گسترده‌ای از اثرات را محاسبه می‌نماید. این شاخص‌ها باید همان طور که در جدول (۱) نشان داده شده است همه اثرات اعم از اقتصادی و اجتماعی و زیست‌محیطی را منعکس نماید.

جدول ۱ اثرات جامع حمل و نقل پایدار

اقتصادی	اجتماعی	زیست محیطی
ازدحام ترافیک	عدالت اجتماعی	آلودگی آب و هوا
موانع جابجایی	اثرات بر جابجایی محرومان	تغییرات اقلیمی
زیان های تصادفات	اثرات بر سلامت انسان	اثرات آلودگی صوتی
هزینه های تسهیلات	انسجام اجتماع	تخریب زیستگاه
هزینه های مصرف	زیست پذیری اجتماع	اثرات هیدرولوژی
تقلیل منابع تجدیدناپذیر	زیبایی شناختی	تقلیل منابع تجدیدناپذیر

مهم‌ترین ابزار سنجش حمل و نقل پایدار، شاخص‌ها هستند. شاخص‌های حمل و نقل پایدار، شاخص‌هایی هستند که پایداری حمل و نقل را در سه بخش محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی نشان می‌دهند. فصل ۴۰ دستورالعمل قرن ۲۱ بر لزوم تعریف شاخص‌های توسعه پایدار در سطوح مختلف به عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری‌ها تأکید می‌کند [13]. شاخص‌های توسعه پایدار که برای کمی کردن مفاهیم توسعه پایدار به کار می‌روند باید بر پایه معیارهای مناسب انتخاب شوند. شاخص‌ها باید دارای ویژگی‌های زیر باشند:

الف) نیازهای سیاست‌گذار یا برنامه‌ریز را پاسخگو باشند؛ ب) مشخص، پر بازده و غیر قابل اشتباه شدن باشند؛ پ) امکان اندازه‌گیری داشته باشند؛ ت)جامع و شامل همه ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی باشد؛ ث) واقع‌گرا و نشان‌دهنده حقیقی وضع موجود باشد؛ ج) شاخص‌ها باید از یکدیگر مستقل باشد؛ چ) اطلاعات آن‌ها در دسترس باشد؛ ح) پویا و حساس به تغییرات باشند و خ) اهمیت آن‌ها در طولانی مدت پایدار باشد.

پیشینه تحقیق

احمدیان و سعیدیان در سال ۱۳۸۷[14] در مقاله‌ای تحت عنوان «تأثیر حمل و نقل بر کاربری های شهری با رویکرد توسعه پایدار» به بررسی عوامل مؤثر در حمل و نقل و کاربری‌های شهری با رویکرد توسعه پرداختند. در آن تحقیق، توجه به حمل و نقل عمومی، توسعه پیاده‌روی و در حوزه حمل و نقل شهری و همچنین افزایش تراکم با هدف افزایش تقاضای حمل و نقل عمومی و ایجاد کاربری‌های ترکیبی به منظور کاهش فاصله زمانی و مکانی سفرها با اولویت طراحی تدابیر فوق در کاربری‌های اطراف ایستگاه سامانه‌های حمل و نقل عمومی به ویژه مترو در قالب الگوی توسعه شهری با محوریت حمل و نقل عمومی (TOD) پرداختند. در تحلیل کلی بر عوامل مؤثر در رشد کالبدی شهر تهران، نسبت به بررسی و تحلیل کاربری‌های اطراف ایستگاه دروازه دولت اقدام گردید و در نهایت راهبردهای مداخله در بافت شناسایی و به منظور دستیابی به اهداف تحقیق، ضمن ارائه گزینه‌های پیشنهادی مداخله در بافت و انتخاب گزینه برتر، نسبت به ارائه ضوابط و راهبردهای پیشنهادی اقدام شده است.

رفیعیان و همکاران در سال ۱۳۹۳، در مقاله‌ای پژوهشی تحت عنوان «ارائه فرایند طراحی شهری اجتماعات محلی با تأکید بر رویکرد توسعه حمل و نقل محور» در رویکردی توصیفی ـ تحلیلی و با استفاده از شیوه‌های مرور متون و منابع، استفاده از اسناد تصویری و مصاحبه، درصدد تدقیق نقش توسعه حمل و نقل محور، به عنوان یک راهکار، در تحقق طراحی شهری پایدار و ارتقای کیفیت زندگی و قابلیت زیست‌پذیری در بافت‌های متراکم شهری پرداختند. هدف از انجام دادن این پژوهش، شفاف‌سازی رابطه رویکرد حمل و نقل محور با طراحی شهری با ضوابط زیست‌پذیر، بازشناسی اهداف، مزایا، مفاهیم و راهکارهای اجرایی مرتبط با این رویکرد حمل و نقل محور، تبیین لزوم بهره‌گیری از فواید حاصل از سیستم حمل و نقل عمومی کارا در توسعه بافت‌های شهری و ارائه فرایند طراحی شهری حمل و نقل محور اجتماعات محلی بوده است [15]. لی و مودن در سال ۲۰۱۶ میلادی در مقاله‌ای تحت عنوان «اندازه‌گیری کاربری زمین و شکل شهری همبستگی‌های آن با پیاده‌روی» ارتباط عمیق فشردگی و تراکم بافت محلات مسکونی و میزان تمایل شهروندان به پیاده‌روی را با استفاده از یک مدل رگراسیون مورد بررسی قرار دادند. مواردی چون طول کمتر در بلوک‌ها، ابعاد کوچک‌تر در قطعه‌بندی، تراکم مسکونی بالاتر می‌تواند تأثیر به‌سزایی در افزایش پیاده‌مداری محلات در توسعه حمل و نقل پایدار داشته باشد. وجود شکل‌های متباین، گشایش، تنوع و مهم‌تر از همه رعایت مقیاس انسانی نقش به‌سزایی در پیاده‌مداری به ویژه در مناطق مرکزی شهرها را دارد. از طرف دیگر، پستی و بلندی مناسب معبر، ایجاد نسبت بهینه در ارتباط عرض معبر و عرض مسیرهای پیاده، استفاده از جزئیات طراحی مسیر مانند پوشش گیاهی و مبلمان شهری، درجه نفوذپذیری بالاتر معابر به منظور افزایش فرصت‌های انتخاب و تغییر مسیر، تقسیم‌بندی مسیرهای پیاده‌روی و ایجاد تجهیزات لازم برای دوچرخه‌سواری، شهروندان را به استفاده از ابزارهای حمل و نقلی غیر موتوری تشویق می‌کند . [16] در تحقیقی که توسط اسکرزا و همکاران [17] انجام شد، تجزیه و تحلیل و ارزیابی ویژگی‌های مورفولوژیکی شبکه خیابانی شهر پوتنزا (یک شهر متوسط، مرکز شهرستان منطقه باسیلیکاتا – ایتالیا) بر اساس شناسایی گزینه‌های توسعه پایدار مرتبط با مطالعه موردی انتخاب شده، انجام شد. در این تحقیق یک چارچوب زیرساخت تحرک فعال برای بهبود سیاست‌های توسعه پایدار به عنوان یک جزء برنامه‌ریزی شهری شناسایی شد. این تحقیق روش مورد استفاده را برای ایجاد یک

سناریوی «مورفو نحوی» برای شهر مورد مطالعه ارائه می‌کند. تکنیک‌های سنتی برای تجزیه و تحلیل مورفولوژیکی (شامل شیب زمین و خیابان) با اندازه‌گیری‌های پیکربندی فضایی مبتنی بر نظریه نمودار ریاضی با استفاده از تحلیل نحو فضا و تحلیل نحو مکان به عنوان یک چارچوب توسعه یافته برای ارزیابی «مکان‌های شهری» ادغام شده‌اند. نتایج نشان داد، نتایج به دست آمده توسط این رویکرد برای برنامه‌ریزی یک سناریوی تحرک شهری پایدارتر بر اساس شبکه مسیر عابر پیاده برای شهر پوتنزا مفید است و یک چارچوب تحلیلی قابل انتقال برای موارد مشابه را نشان می‌دهد. پژوهشی دیگر به بررسی مسائل اصلی در توسعه سیستم‌های حمل و نقل پایدار با تمرکز بر اتحادیه اروپا می‌پردازد و روندهای اخیر را برای شناسایی مهم‌ترین حوزه‌های تحقیقاتی که پیشرفت آن‌ها تأثیر زیست‌محیطی این بخش را کاهش می‌دهد، برجسته می‌کند در این پژوهش، با پیروی از دستورالعمل‌های کمیسیون اروپا، سه موضوع فرعی متمرکز شده است: شبکه‌های زنجیره تأمین، حمل و نقل بین‌وجهی بار و حمل و نقل مسافر در مناطق شهری. بر اساس بررسی ادبیات، هر موضوع فرعی از نظر نیازها، موانع، و روندهای تحقیقاتی اخیر تحلیل می‌شود. برخی از مشارکت‌ها برای برآوردن نیازهای شناسایی شده و غلبه بر موانع شناسایی شده به عنوان خطوط پایه برای رسیدگی به دستور کار تحقیقاتی آینده گزارش شده‌اند. یافته‌های اصلی با اکثر کشورهای صنعتی مطابقت دارد که انتظار می‌رود کاهش قابل توجهی در تأثیرات زیست محیطی خود داشته باشند. در عین حال، با برجسته کردن نمونه‌هایی از اقدامات خوب و شناسایی محدودیت‌های سازگاری، این کار می‌تواند از کشورهای در حال توسعه نیز در مقابله با این موضوع حمایت کند. در یک مطالعه طولی که از طریق یک سیستم اطلاعات مکانی و بررسی ۴۰۰ مسافری که در شعاع ۱ کیلومتری TODبرنامه‌ریزی شده زندگی می‌کنند، با هدف بررسی یک فاصله هشت ساله بین سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰ از دو جنبه، به ویژه کاربری زمین و توزیع فضایی، انجام شد و همچنین رفتار مسافرتی و ترجیحات مسافران در اجرای TOD و تغییرات سفر به دلیل همه‌گیریCOVID-19 یافته‌های کلیدی به شرح زیر است: افزایش تنوع در عملکرد مسکونی در اطراف مناطق برنامه‌ریزی شده TOD در پایتخت جاکارتا و کاهش در حومه‌ها، که نشان‌دهنده آمادگی بهتر مسافران برای اقامت در مناطق برنامه‌ریزی شده TOD است.

علاوه بر این، روابط خویشاوندی دلیل اصلی مسافران هنگام انتخاب مکان خانه بود، بدون اینکه ظرفیت تغییر محل کار خود را داشته باشند. افزایش قابل توجه امکانات عمومی به هزینه فضای باز سبز (GOS) [۲] نشان می‌دهد که اجرای TOD توسط دولت با انحصار اختیار برای مدیریت GOS انجام شده است، بدون دخالت بخش خصوصی. عامل هزینه اصلی‌ترین دلیل برای استفاده مسافران از حمل و نقل عمومی به جای روش‌های حمل و نقل جدید مانندLRT [3] بود. علاوه بر این، رفتار مسافرتی در همه ایستگاه‌های حمل و نقل مورد مطالعه، در حالی که شواهدی از تغییرات زمان و فرکانس را نشان می‌داد، تا حد زیادی تحت تأثیر محدودیت‌های مرتبط با COVID-19 قرار نگرفت [18]. در پژوهش دیگری به ارزیابی و اعتبارسنجی رابطه متقابل مورفولوژی شهری و فرم شهری پایدار پرداخته شد. این مطالعه یک مدل مفهومی را پیشنهاد می‌کند که با استفاده از نظریه پایه کیفی به عنوان روش تحقیق، همبستگی کل‌نگر بین فرم شهری پایدار و مورفولوژی شهری را ادغام و ارائه می‌کند. این مدل با معرفی ابزارهای تحلیلی برای ارزیابی پایداری، همراه با ادغام شکل‌شناسی تایپی و مفهوم سلسله مراتب مقیاس توسعه داده شد. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که تک تک اجزای فرم شهری پایدار به طور قابل توجهی با رویکرد تایپیمورفولوژی تعامل دارند. در نتیجه، نتایج به برنامه‌ریزان شهری کمک می‌کند تا تصمیمات آگاهانه‌تری در مورد تحلیل هندسی مورفولوژی شهری از نقطه‌نظر پایداری بگیرند [19]. در پژوهشی دیگر به بررسی قابلیت انتقال روش چند معیاره مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) که در پروژه تحقیقاتی شبکه هوشمند عابر پیاده (SPN) برای ارزیابی سطح پیاده‌روی در یک شبکه عابر پیاده در گیمارس، پرتغال توسعه یافته است، پرداخته شد. این روش شامل ارزیابی ۱۹ ویژگی محیط ساخته شده و منظره خیابان است که توسط گروهی از متخصصان به دنبال فرایند تحلیل سلسله مراتبی امتیازدهی شد. این روش در ارزیابی شبکه عابر پیاده و در نقشه‌برداری قابلیت پیاده‌روی در منطقه مورد مطالعه کارآمد است. حدود ۶۵ درصد از طول خیابان‌ها امتیاز بالاتر از ۰٫۶۰ را کسب کردند که نشان می‌دهد شرایط کلی عابر پیاده مطلوب است و بهترین معیارهای عملکرد مربوط به دسترسی و اتصال خیابان است. این روش همچنین امکان شناسایی سطوح مختلف پیاده‌روی در منطقه مورد مطالعه و فقدان شبکه عابر پیاده از

خیابان‌های دارای امتیاز بالا را فراهم کرد. با توجه به نتایج، روش SPN می‌تواند در شهرهای دیگر برای ارزیابی قابلیت پیاده‌روی تکرار شود و می‌تواند یک ابزار برنامه‌ریزی مفید برای حمایت از سیاست‌ها در راستای توسعه شهرهای قابل پیاده‌روی بیشتر باشد[20] . در تحقیقی که توسط دومینیکو و همکاران انجام شد، بر روی مدل‌های تحرک عابر پیاده تمرکز نمودند. پس از تجزیه و تحلیل ادبیات بخش، برخی از مشکلات گردش عابر پیاده شهری به منظور تعریف توابع امپدانس زمانی با شروع بررسی های تجربی مورد بررسی قرار گرفته است. مدل‌هایی برای تخمین سرعت در حال اجرا در شرایط مختلف محیطی مشخص و کالیبره شده است [21].

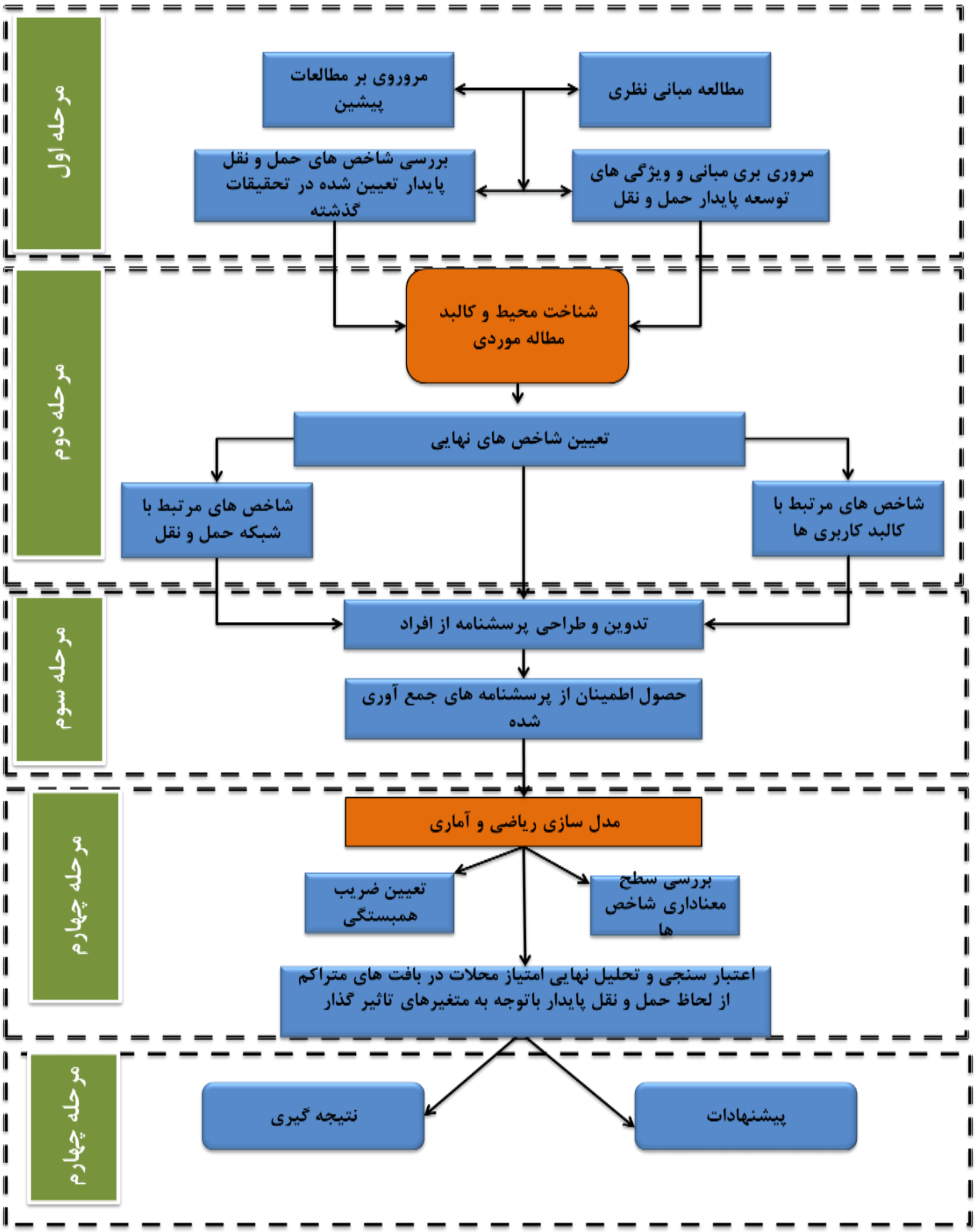
هدف ا صلی این تحقیق ارائه مدلی آماری برای اندازه‌گیری پتانسیل مناطقی است که با توجه به معیارهای کالبد کاربری‌ها و ویژگی‌های شبکه حمل و نقل می‌تواند در پایداری حمل و نقل و جابه‌جایی افراد توســـعه ایجاد کند. این توســـعه می‌تواند در زمینه پیاده‌روی، دوچرخه‌ســواری و حمل و نقل عمومی باشــد. نتیجه این تحقیق ارائه راهکاری برای سهولت در عبور و حضور شهروندان است.

روش تحقیق

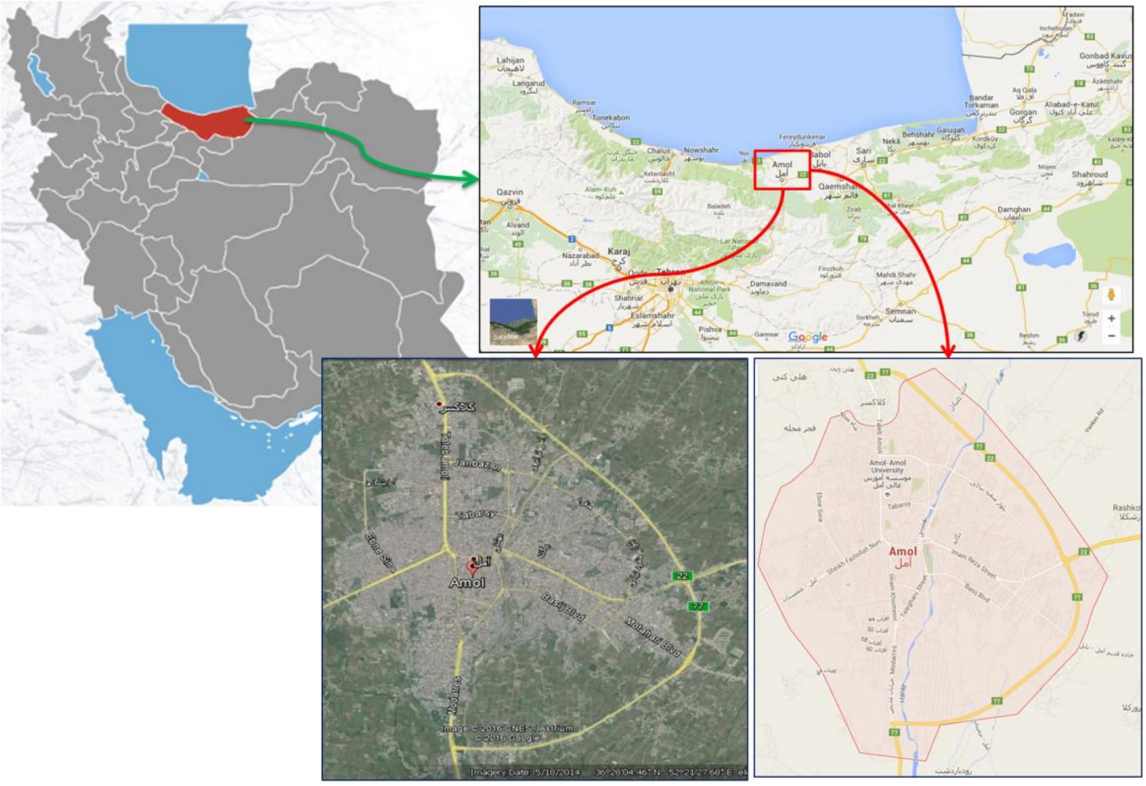
در مرحله اول مبانی نظری و ادبیات شامل مواردی همچون شاخص‌های کالبدی کاربری‌ها و همچنین شاخص‌های مرتبط با شبکه معابر با توجه به مبانی تحقیقات مورد بررسی قرار می‌گیرد، شایان ذکر است که شاخص‌ها در دو دسته مربوط به ۱) شبکه معابر و شاخص‌های حمل و نقلی و ۲) ساختار و کالبد کاربری‌ها دسته‌بندی می‌شوند. این شاخص‌ها در دسته اول می‌تواند مواردی چون عرض معبر، عرض مسیر پیاده‌رو، نفوذپذیری و تعداد تقاطعات، وضعیت پارکینگ و... باشد، همچنین این شاخص‌ها در دسته دوم می‌تواند شامل مواردی چون نوع کاربری، کاربری مختلط، تراکم ساختمانی، تعداد طبقات با تراکم ارتفاعی و... باشند که این شاخص‌ها در دو نظام فوق متغیرهای مستقلی می‌شوند برای اندازه‌گیری توسعه حمل و نقل پایدار که در واقع امروز به آن توسعه و رشد هوشمند می‌گویند و همان طور که گفته شد برای افراد و رفع نیازمندی‌های روزانه خود زمینه‌ای را ایجاد خواهد نمود تا با افزایش دسترسی و کاهش جابه‌جایی توسط وسیله نقلیه شخصی و موتوری فراهم شود. پس از آن به تحقیقات علمی مرتبط با موضوع تحقیق به طور دقیق‌تری پرداخته خواهد شد. در مرحله دوم بعد از اینکه مبانی و تحقیقات گذشته بررسی شد با توجه به شناخت منطقه مطالعه موردی و پتانسیل‌ها و ظرفیت‌هایی که در خصوص ارتباط دو دسته شاخص فوق با توسعه پایدار حمل و نقل وجود دارد، شاخص‌های مورد نظر و تأثیرگذار محتمل انتخاب می‌شود. در مرحله سوم با توجه به شاخص‌های تعیین شده و برداشت‌های اولیه از محیط و بررسی مسائلی چون عرض معبر، تراکم ساختمانی، ارتفاع، کاربری زمین و ...پرسشنامه‌ای برای دریافت اطلاعات از افراد تدوین و طراحی خواهد شد پس از روشن و صریح بودن، تعداد و شیوه نگارش پرسش‌ها از دید پاسخگویان و همچنین با توجه به شاخص‌های آماری (جامعه آماری، میزان پراکندگی نتایج اولیه به دست آمده و درصد اطمینان مورد انتظار) پرسشنامه‌ها استانداردسازی شده و مابین افراد منطقه مطالعه موردی توزیع خواهد شد. در مرحله چهارم با استفاده از مدل‌سازی ریاضی و آماری و بررسی ارتباط و میزان تأثیر متغیرهای مستقل نسبت به متغیر وابسته توسعه حمل و نقل پایدار (میزان دسترسی بالا و کاهش جابه‌جایی در محلات متراکم شهری) تعیین می‌شود. قابل ذکر است که معیار ارزیابی در مدل‌سازی سطح معناداری، آزمون t و ضریب همبستگی است که در نهایت منجر به ارائه مدل خواهد شد. در مرحله پنجم پس از سنجش میزان متغیر وابسته (حمل و نقل پایدار) در محلات بافت‌های متراکم شهری، کمبودها و پتانسیل‌ها مورد بررسی قرار گرفته و پس از نتیجه‌گیری به یک سری پیشنهادات پرداخته خواهد شد (شکل ۱).

در این تحقیق، به ارزیابی مناطقی از بافت‌های شهری پرداخته شد که با توجه به معیارهای کاربری‌ها و ویژگی‌های شبکه حمل و نقل می‌تواند در پایداری حمل و نقل و جابه‌جایی افراد، توسعه ایجاد کند. بدین منظور در این تحقیق ابتدا به شناخت ویژگی‌های مربوط به حمل و نقل پایدار در دو نظام کاربری‌های شهری و شبکه حمل و نقل در شهر آمل با استفاده از پرسشنامه، بررسی‌های میدانی و اطلاعات اخذ شده در طرح‌های قبلی پرداخته شد، سپس با استفاده از مدل‌سازی آماری رگراسیون بر اساس مشاهدات پرسشنامه، متغیر وابسته یعنی اندازه‌گیری کیفیت ویژگی‌های حمل و نقل پایدار در محلات مختلف (در ۱۲ محله تعیین شده) وابسته به متغیرهای مستقل مرتبط با سیستم حمل و نقل و کاربری زمین اندازه گیری شد.

بدین منظور در راستای پژوهش نیز به شناخت عواملی که باعث افزایش دسترسی و کاهش جابه‌جایی با وسایل نقلیه و رشد هوشمند شهرها می‌شود (نظیر کاربری‌های مختلط، تراکم بالا و...) پرداخته شد. همچنین شناخت و تعیین متغیرهای مستقل در توسعه حمل و نقل پایدار در دو نظام کالبد کاربری‌ها و ویژگی-های شبکه حمل و نقل در مناطق متراکم صورت پذیرفت. در ادامه سطح معناداری و میزان تأثیر شاخص‌ها در حمل و نقل پایدار در بافت‌های متراکم تعیین گردید و در نهایت مدل‌سازی آماری بین متغیرها و پیشنهاد الگو جهت توسعه حمل و نقل پایدار در محلات پس از سنجش و ارزیابی امتیاز آن نیز انجام پذیرفت.



شکل ۱ فلوچارت کلی فرایند تحقیق



شکل ۲ محدوده مورد مطالعه (شهرستان آمل)

معرفی حوزه مطالعه موردی شهر آمل

در این تحقیق منطقه مورد مطالعه شهر آمل در شهرستان آمل می‌باشد که در مرکز استان مازندران قرار دارد و از شمال به شهرستان محمودآباد، از شمال شرق به شهرستان فریدونکنار، از شرق به شهرستان بابل، از غرب به شهرستان نور و از جنوب به استان تهران محدود می‌شود. این شهرستان همان طور که گفته شد با جمعیتی برابر با ۳۷۰۷۷۴ نفر جمعیت (شهر آمل؛ ۲۷۱۲۶۹ نفر) و ۳۰۷۴،۴ کیلومتر مربع مساحت دارای پنج شهر آمل، رینه، گزنک، دابودشت و امامزاده عبدالله و پنج بخش مرکزی، لاریجان، دابودشت، دشت سر و امامزاده عبدالله است. شکل (۲) محدوده مورد مطالعه را به خوبی نشان می‌دهد.

ویژگی‌های کالبدی شهر آمل

در حین توسعه کالبدی شهر آمل چند نوع بافت ایجاد شده است که شامل بافت قدیم، بافت منطقه میانی و بافت مناطق بیرونی می‌باشد که هر یک دارای خصوصیات خاص خود هستند، بافت قدیم شامل هسته اولیه شهر بوده و عناصر آن بازار، مسجد جامع، حمام‌ها و مجموعه واحدهای مسکونی می‌باشد. بافت منطقه میانی شامل مساکنی است که تا آغاز دهه ۴۰ ساخته شده است. محله‌های رضوانیه، هارون محله، اسکی محله، محله پایین بازار و گرجی محله نمونه‌هایی از بافت مناطق میانی شهر می‌باشند. بافت مناطق بیرونی که به دو صورت مناطق تازه گسترش یافته و مناطق حاشیه‌ای توسعه یافته است یا محل سکونت خانواده‌هایی است که بخش مرکزی شهر را ترک گفته و در مساکن ویلایی این بخش ساکن می‌گردند و یا روستاهایی که به علت توسعه شهر به بدنه شهر متصل گردیده و به صورت محلات شهری درآمده‌اند. محلات بازیارکلا، کلاکسر، قرق و رحمت‌آباد از جمله این محلات در شهر آمل می‌باشند.

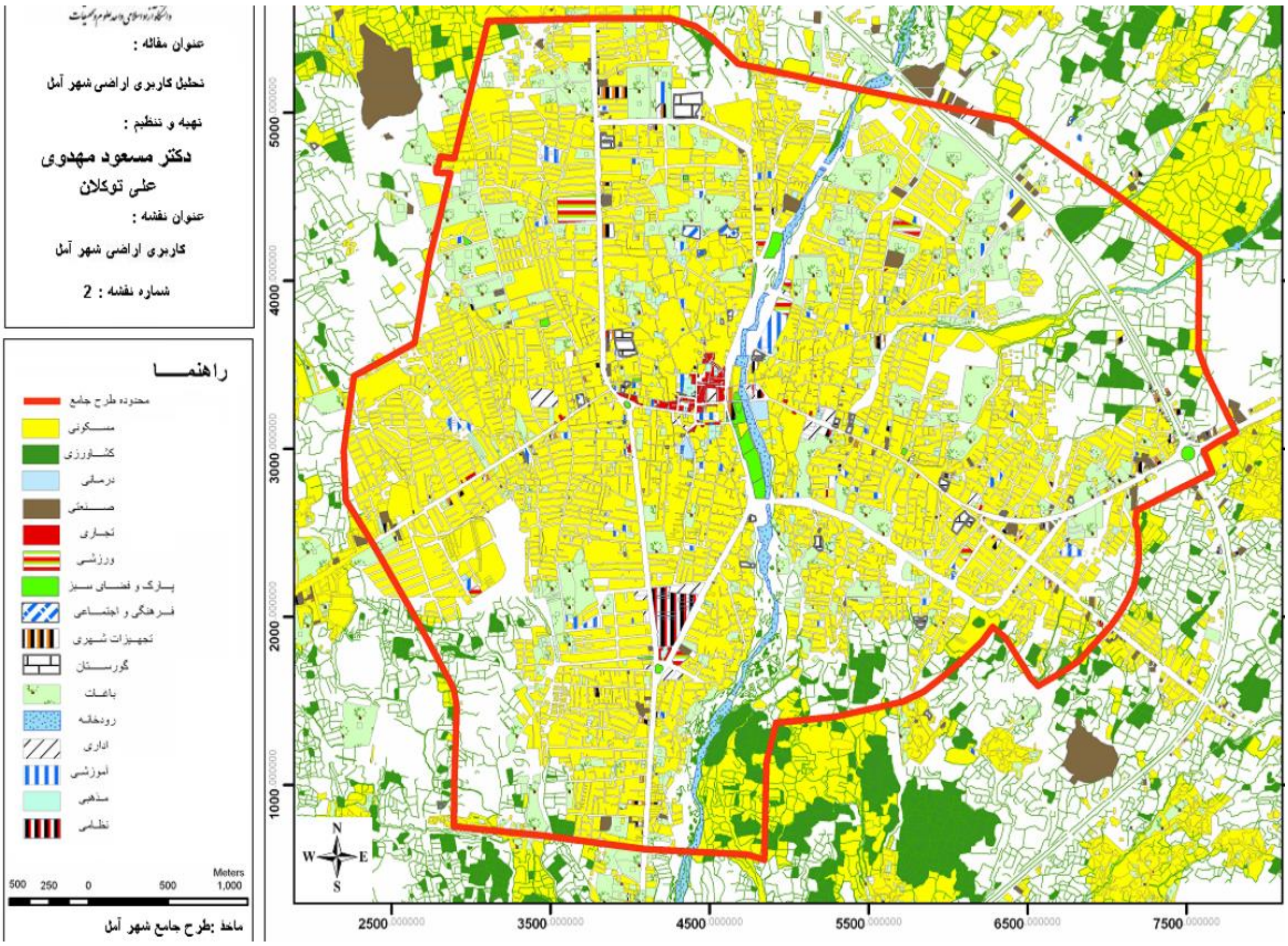
بافت اکولوژیکی شهر آمل نیز همانند بسیاری از شهرهای کشور در این سال‌ها الگوهای متفاوتی یافته و سکونت گزینی طبقات مختلف آن با توجه به تغییر و تحولات اجتماعی، از مدل‌های خاصی پیروی می‌کند و مناطق مختلف شهر آمل جایگاه طبقات مختلف می‌گردد. در طی سال‌های دهه ۶۰ رشد شهر در نیمه غربی و در حول و حوش جاده محمود آباد و

غرب شــهر و مابقی توســعه نیز در قســمت جنوبی شــهر اتفاق می‌افتد.

بررسی روند توسعه کالبدی شهر مابین سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۸۵ نشان می‌دهد که توسعه شهر کاملا هماهنگ با رشد و افزایش جمعیت نبوده و توسعه کالبدی شهر بر رشد جمعیت شهر پیشی گرفته و توسعه کالبدی کاذبی را برای شهر آمل به وجود آورده است. در رابطه با الگوی توسعه شهر آمل در میان نظریه‌های مطرح، ساخت ستاره‌ای یا شعاعی تا اندازه‌ای در شهر آمل مشاهده می‌شود. در طی سال‌های بعد، توسعه شهر در کنار راه‌های اصلی شهر آمل صورت گرفته، در حالی که مابین این خیابان‌های اصلی زمین‌های خالی زیادی قابل مشاهده است. در سال‌های بعد از دهه شصت علی رغم اینکه توسعه شهر کماکان در امتداد خیابان‌های اصــلی شــهر به روند خود ادامه می‌دهد، شاهد شکل‌گیری هسته‌های جدید خدماتی، تجاری و اداری در بخش‌های تازه گســترش یافته در مقابل هســته مرکزی و اصــلی شهر می‌باشیم.

کاربری اراضی شهر آمل

بر مبنای نتایج مطالعات کالبدی و محاســبات نقشــه‌های وضــع موجود، مســاحت شــهر آمل در محدوده طرح تفصــیلی ۲۷۰۲ هکتار می‌باشــد که از این مســاحت ۱۰۶۹ هکتار آن به اراضــی ساخته شده تعلق دارد. توسعه و گسترش افقی بافت کالبدی شهر که از تراکم ساختمانی کمی برخوردار است و در سطح وسیعی گسترده شده است، هزینه سرانه ارائه بسیاری از خدمات شــهری را بیشــتر از حد متعارف نموده اســت. از مجموع کل سطوح خالص شهری ۵۵ به کاربری مسکونی اختصاص یافته است. نقشه کاربری اراضی شهر آمل در آخرین طرح جامع این شهر ۱۳۸۵، به صورت شکل (۳) زیر است:



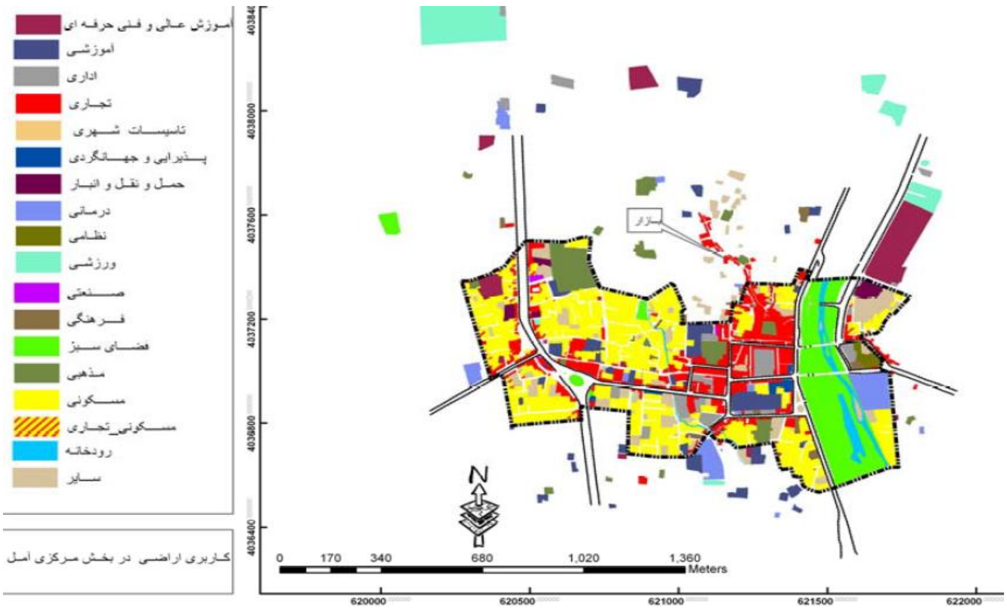
شکل ۳ نقشه کاربری اراضی شهر آمل [22]

محدوده مرکزی شهر آمل

برای تعیین مرز بخش مرکزی شهرها شیوه‌های مختلفی وجود دارد. یکی از بهترین شیوه‌ها که در شهر آمل نیز قابل اجراست، شناسایی ویژگی‌ها و مشخصات این بخش از شهر است که با شناخت و تشخیص آن می‌توان مرز این محدوده را بر روی نقشه شهر ترسیم کرد. ویژگی‌هایی را که نقش اصلی در شناسایی بخش مرکزی آمل دارند می‌توان چنین برشمرد:

۱) وجود بازار و مسجد جامع (مسجد امیرالمؤمنین) که هسته تاریخی شهر به شمار می‌آید.
۲) قرار گرفتن بناهای تاریخی و مذهبی در این بخش از شهر مثل بقعه خضر، امامزاده ابراهیم، مسجد آقاعباس.
۳) همگرایی هشت خیابان اصلی شهر در این محدوده و دسترسی بالای این قسمت از شهر در مقایسه با سایر نقاط.
۴) وجود ترافیک سنگین در ساعت‌های معینی از روز (مثلا هنگام تعطیلی مدارس)
۵) تراکم عابران پیاده در معابر، به طوری که به محض خروج از مرزهای این بخش به سرعت از تراکم آن‌ها کاسته می‌گردد.
۶) بالا بودن تراکم جمعیت مراجعه کننده به این قسمت از شهر در روز (پر و خالی شدن جمعیت در روز و شب).
۷) تمرکز و تنوع فعالیت‌ها، سازمان‌های اداری، مدارس، بانک‌ها، سینما، بیمارستان، مطب پزشکان و پاساژهای تجاری.
۸) تراکم بالای ساختمانی در این بخش و وجود بلندترین ساختمان‌های شهر در این محدوده.
۹) بالا بودن قیمت زمین و سرقفلی.
۱۰) عکس هوایی و نقشه شهر.

بخش مرکزی شهر آمل تقریبا در مرکز هندسی فضای شهر قرار گرفته است، چرا که مقر و نشستگاه شهر آمل، بستری جلگه‌ای است که توپوگرافی نسبتا همواری دارد. تکوین و گسترش فیزیکی کالبدی شهر تقریبا به گونه‌ای موزون و برابر در همه جوانب بوده است، لذا برخلاف بسیاری از شهرها که بین بخش مرکزی و مرکز هندسی اختلاف و فاصله دیده می‌شود (به ویژه شهرهایی که با محدودیت فضایی رو به رو هستند) مرکز شهر آمل بر مرکز هندسی آن انطباق کامل دارد. در زمان حاضر شهر آمل به ۱۰ منطقه شهری تقسیم شده است.. به جز بخش مرکزی که محدوده آن طبق اصول معیارهای تقسیم‌بندی سایر مناطق عبارت بودند از: شبکه اصلی ارتباط درون‌شهری، تقسیم‌بندی حوزه‌های آماری مرکز آمار، ساخت قطاعی شهر آمل و همگنی نسبی طبقات اجتماعی واقع در هر منطقه. هر کدام از این مناطق به صورت قطاعی جداگانه دور تا دور مرکز شهر مشخص شده‌اند. از بین مناطق مختلف شهر، بخش مرکزی کمترین وسعت را به خود اختصاص داده است. از کل مساحت شهر که ۲۷۰۲ هکتار است این بخش در حدود ۸۷ هکتار را در بر می‌گیرد که در حدود ۳ درصد از کل مساحت شهر است. شکل (۴) موقعیت و کاربری‌های مختلف این محدوده را در مرکز شهر آمل را نشان می‌دهد:



شکل ۴ نقشه تمرکز و تنوع کاربری در بخش مرکزی شهر آمل

جهت بررسی رفتار یک جامعه، از آن جا که بررسی کل جامعه با توجه به محدودیت‌های زمان و بودجه امکان‌پذیر نیست، بنابراین باید قسمتی از جامعه آماری مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد. تخمین هر مدل آماری به تعداد درجه آزادی مطمئنی نیاز دارد. فرمول کوکران یکی از پرکاربردترین روش‌ها برای محاسبه حجم نمونه آماری است. تعیین حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران نیازمند آن است که حجم جامعه را بدانید. حداقل تعداد نمونه آماری مورد نیاز، با استفاده از فرمول اصلی محاسبه حجم نمونه کوکران از معادله (۱) قابل محاسبه است:

$$n = \frac{z^2pq}{d^2} \Big/ \left(1 + \frac{1}{N}\left(\frac{z^2pq}{d^2} - 1\right)\right) \qquad (۱)$$

که در آن، N تعداد جامعه آماری، n حجم نمونه، Zمقدار متغیر نرمال واحد استاندارد که در میزان اطمینان ۹۵ درصد برابر ۱٫۹۶ است، dمقدار خطای مجاز که معمولا برابر ۰٫۰۱ یا ۰٫۰۵ ا ست ، همچنین p مقدار صفت موجود در جامعه ا ست که اگر در اختیار نبا شد، می‌تواند بر ا ساس پی شنهاد کوکران مقدار ۰/۵ در نظر گرفته شـــود. در این حالت، مقدار پراکنش به حداکثر مقدار خود می‌رســـد. q نســـبتی از جمعیت فاقد صـــفت معین $q = 1 - p$ است اگر در اختیار نباشد می‌توان آن را ۰٫۵ در نظر گرفت.

با در نظر گرفتن جمعیت ۲۷۱۲۶۹ نفر شـــهر آ مل، برای جامعه آماری و سطح اطمینان ۹۵ در صد، و در صد خطا ۰/۰۷، حجم نمونه برابر با ۱۹۶ پرسشنامه می‌باشد.



شکل ۵ برآورد تعداد حجم نمونه شهر آمل بر اساس فرمول کوکران

در واقع این پرسشنامه با هدف «ارزیابی ویژگی‌های کالبد کاربری‌ها و شبکه حمل و نقل در ساختار شهری متراکم با تأکید بر توسعه حمل و نقل پایدار»، تهیه شده است تا در نهایت مشخص شود که هر یک از عوامل تا به چه میزان در توسعه حمل و نقل پایدار در آمل تأثیر می‌گذارد. پرسشنامه در دو بخش می‌باشد، بخش اول مربوط به سؤال‌های فردی و عمومی می‌باشد و در بخش دوم سؤالات پیرامون حمل و نقل پایدار در بافت مرکزی متراکم شهر آمل می‌باشد. در طراحی سؤالات سعی بر آن بوده است که از مؤلفه‌هایی که در تحقیقات گذشتگان استفاده شده است بهره گرفته شود و با توجه به بررسی مبانی نظری تحقیق و شناخت کلی مطالعه موردی و عوامل مؤثر بر توسعه حمل و نقل پایدار در بافت‌های متراکم شهری، سؤالات طراحی گردد. هدف اصلی این پرسشنامه جمع‌آوری اطلاعات از شهروندان جهت بررسی و سنجش حمل و نقل پایدار در مراکز و بافت متراکم شهر آمل است که با توجه به خصوصیات افراد در نظر گرفته خواهد شد.

یکی از پر کاربردترین روش های آ ماری در علوم مختلف، اجرای انواع روش های رگرســـیون برای تعیین رابطه بین یک متغیر وابسته با یک یا چند متغیر مستقل می‌باشد. متغیر وابسته، پاســـخ و متغیرهای مســـتقل، متغیرهای توضـــیحی نیز نامیده می شوند. اجرای یک مدل رگر سیونی با تعریف مدل رگر سیون امکان‌پذیر ا ست. مدل رگر سیون ساده با متغیر وابسته Y وp-1 متغیر مستقل $X_1,X_2,\ldots,X_{p-1}$ به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_{p-1} X_{p-1} + \varepsilon_i \qquad i = 1,2,\ldots,n \qquad (۲)$$

به عنوان مثال فرض کنید یک محقق قصد دارد اثر دو متغیر ســن و وزن را بر فشــار خون اندازه‌گیری کند. برای این مطالعه مقادیر سن و وزن برای n=500 نفر اندازه‌گیری می شود. در این مطالعه ســن و وزن متغیرهای مســتقل یا پیشــگو و متغیر فشــار خون متغیر وابسته می‌باشد.

معادله (۲) را می‌توان به فرم ماتریسی زیر نیز تعریف کرد:

$$\underset{n\times p}{\mathbf{X}} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1,p-1} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2,p-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{n,p-1} \end{bmatrix} \qquad \underset{n\times 1}{\mathbf{Y}} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \qquad (۳)$$

ماتریس X مقادیر مشاهده شده p-1 متغیر را برای n نفر نشان می‌دهد. بردار Y نیز مقادیر مشاهده شده متغیر وابسته برای نمونه‌ای به حجم n می‌باشد. در یک مدل رگرسیونی β_j ها پارامترهای مدل بوده و به کمک روش‌های مختلفی مانند روش حداقل مربعات و روش درست‌نمایی ماکزیمم برآورد می‌شوند. ε_i ها نیز جملات خطا نامیده می‌شوند و دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس σ^2 هستند.

$$\underset{p\times 1}{\boldsymbol{\beta}} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_{p-1} \end{bmatrix} \qquad \underset{n\times 1}{\boldsymbol{\varepsilon}} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

$$\underset{n\times n}{\boldsymbol{\sigma}^2\{\boldsymbol{\varepsilon}\}} = \begin{bmatrix} \sigma^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma^2 \end{bmatrix} = \sigma^2\mathbf{I}$$

(۴)

معادله رگرسیون با تعریف ماتریس متغیرهای توضیحی و بردارهای متغیر پاسخ، پارامترهای مدل و جملات خطا به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Y_{n*1} = X_{n*n}\beta_{n*1} + \varepsilon_{n*1} \quad (۵)$$

برآورد ضرایب رگرسیون: به کمک روش حداقل مربعات مقادیر بردار β_{p*1} با مینیمم کردن معادله

$$Q = \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \cdots - \beta_{p-1}X_{i,p-1})^2 \quad (۶)$$

حاصل می‌شود. برآورد بردار β_{p*1} را با b_{p*1} نشان داده و با توجه به فرم ماتریسی تعریف شده در معادله (۲) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$b_{p*1} = (X'X)^{-1}(X'X)Y \quad (۷)$$

مقادیر برازش شده و خطاها: با برآورد پارامترهای مدل، برآورد بردار Y با استفاده از رابطه $\hat{\mathbf{Y}}_{n*1} = \mathbf{Xb}$ حاصل می شود. به $\hat{Y}$ مقادیر برازش شده گفته می‌شود. تفاوت بین مقادیر واقعی و مقادیر برازش شده مانده‌های رگرسیون نامیده می‌شوند؛

$$\underset{n\times 1}{\mathbf{e}} = \mathbf{Y} - \hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{Y} - \mathbf{Xb} \quad (۸)$$

مجموع و میانگین مربعات: برای تهیه جدول آنالیز واریانس و بررسی معنی‌داری مدل برازش داده شده به معرفی مقادیر مجموع مربعات خطا و میانگین مربعات خطا می‌پردازیم.

مجموع مربعات کل: این مقدار مجموع توان دوم تفاضل هر یک از اعضای بردار Y از میانگین این بردار حاصل می‌شود. مجموع مربعات کل با SSTO نمایش داده شده و به صورت زیر تعریف می‌شود.

SSTO دارای n-1 درجه آزادی است.

$$SSTO = \mathbf{Y'Y} - \left(\frac{1}{n}\right)\mathbf{Y'JY} = \mathbf{Y'}\left[\mathbf{I} - \left(\frac{1}{n}\right)\mathbf{J}\right]\mathbf{Y} \quad (۹)$$

ماتریسی n*n است که تمام اعضای آن 1 هستند.

مجموع مربعات رگرسیون: این مقدار میزان تغییراتی از متغیر پاسخ را که توسط مدل برازش شده تبیین می شود، نشان می‌دهد. مجموع مربعات رگرسیون دارای p-1 درجه آزادی می‌باشد:

$$SSR = \mathbf{b'X'Y} - \left(\frac{1}{n}\right)\mathbf{Y'JY} = \mathbf{Y'}\left[\mathbf{H} - \left(\frac{1}{n}\right)\mathbf{J}\right]\mathbf{Y} \quad (۱۰)$$

مجموع مربعات خطا: میزان تغییراتی از متغیر پاسخ که توسط مدل رگرسیون بیان نمی‌شود، در مجموع مربعات خطا قرار می‌گیرد. این عبارت دارای n-p درجه آزادی است.

$$SSE = \mathbf{e'e} = (\mathbf{Y} - \mathbf{Xb})'(\mathbf{Y} - \mathbf{Xb}) = \mathbf{Y'Y} - \mathbf{b'X'Y} = \mathbf{Y'}(\mathbf{I} - \mathbf{H})\mathbf{Y} \quad (۱۱)$$

ماتریس H به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$\underset{n\times n}{\mathbf{H}} = \mathbf{X}(\mathbf{X'X})^{-1}\mathbf{X'} \quad (۱۲)$$

با توجه به تعاریف ارائه شده ذکر این نکته لازم به نظر می‌رسد که مجموع تغییرات متغیر پاسخ به وسیله دو جزء مجموع مربعات رگرسیون و مجموع مربعات خطا قابل بیان می‌باشد.

SSTO=SSR+SSE (۱۳)

به این ترتیب میانگین مربعات رگرسیون و میانگین مربعات خطا از تقسیم SSR و SSE بر درجه آزادی هر یک حاصل می‌شوند و داریم:

$$MSR = \frac{SSR}{p-1} \qquad MSE = \frac{SSE}{n-p} \quad (۱۴)$$

در تحلیل همبستگی برای بررسی میزان هماهنگی میان دو متغیر باید به دنبال شاخص‌هایی بود که دو ویژگی زیر را داشته باشد:

– به واحد دو جامعه وابسته نباشد.
– کران‌دار باشد.

مجموعه اطلاعات (داده‌های) موجود در انجام یک آزمون همبستگی که شامل اندازه‌های به دست آمده از دو متغیر X و Y می‌باشند را می‌توان به صورت یک نمونه تصادفی دو متغیره بیان کرد. مطالعه رابطه بین متغیرها به وسیله تحلیل همبستگی انجام می‌شود، که بیانگر وجود یک رابطه خطی بین دو متغیر می‌باشد. معادله ضریب همبستگی به صورت معادله شماره ۱ می‌باشد:

$$r = \frac{Cov(X,Y)}{S_x S_y} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2][\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2]}}$$

(۱۵)

ضریب همبستگی همواره مقداری بین صفر و یک دارد $-1 < r < +1$ که با توجه به مقدار r در حالت‌های مختلف تفسیرهای گوناگونی از رابطه X و Y خواهیم داشت.

به طور کلی روندی که جهت تحقق اهداف و مقاصد پژوهش مورد توجه قرار می‌گیرد در هفت محور قابل طبقه‌بندی است که عبارتند از:

۱) سیاست توجه به پیاده‌روی، برنامه‌ریزی شهری، طراحی شهری و هندسی معابر پیاده، مهندسی ترافیک.
۲) آموزش و ایمنی پیاده، قوانین و مقررات پیاده‌روی، برنامه‌ریزی و مدیریت سامانه پیاده.

نتایج

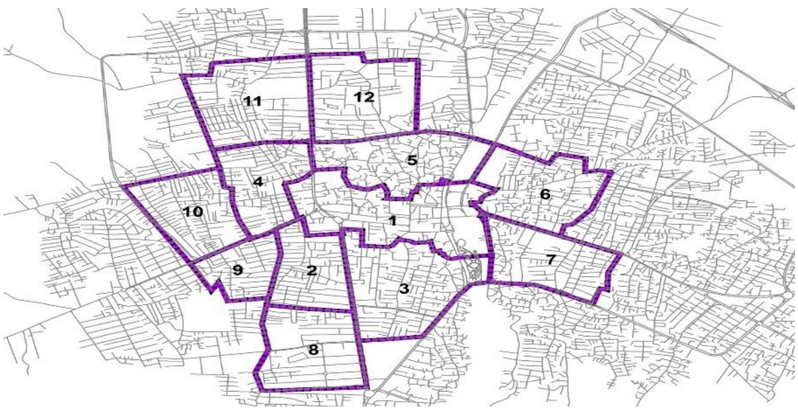
بررسی پرسشنامه‌های توزیع شده در محلات تعیین شده

برای دستیابی به ارزیابی ویژگی‌های کالبد کاربری‌ها و دسترسی و حمل و نقل در بافت‌های مختلف شهر آمل با تأکید بر توسعه حمل و نقل پایدار با توجه به ضریب اطمینان ۹۵ درصد، ۱۹۶ پرسشنامه باید جمع‌آوری شود.

در واقع این پرسشنامه با هدف «ارزیابی ویژگی‌های کالبد کاربری‌ها و شبکه حمل و نقل در ساختار شهری متراکم با تأکید بر توسعه حمل و نقل پایدار»، تهیه شده است تا در نهایت مشخص شود که هر یک از عوامل تا به چه میزان در توسعه حمل و نقل پایدار در آمل تأثیر می گذارد. همان طور که در فصل پیشین گفته شد پرسشنامه در دو بخش می‌باشد، بخش اول مربوط به سؤال‌های فردی و عمومی می‌باشد و در بخش دوم سؤالات پیرامون حمل و نقل پایدار در بافت مرکزی متراکم شهر آمل می‌باشد. در طراحی سؤالات سعی بر آن بوده است که از مؤلفه‌هایی که در تحقیقات گذشتگان استفاده شده است، بهره گرفته شود و با توجه به بررسی مبانی نظری تحقیق و شناخت کلی مطالعه موردی و عوامل مؤثر بر توسعه حمل و نقل پایدار در بافت‌های متراکم شهری، سؤالات طراحی گردد. هدف اصلی این پرسشنامه جمع‌آوری اطلاعات از شهروندان جهت بررسی و سنجش حمل و نقل پایدار در مراکز و بافت متراکم شهر آمل است که با توجه به خصوصیات افراد در نظر گرفته خواهد شد.

تعیین محدوده محلات جهت توزیع پرسشنامه

با توجه به ویژگی‌های کالبدی، شبکه‌های دسترسی، بافت اجتماعی و فرهنگی نقاط مختلف شهر، محله‌بندی جهت ارزیابی هدف تحقیق صورت گرفته است، ضمن اینکه محدوده اصلی یعنی محدوده مرکزی شهر آمل همان طور که در بخش قبلی به آن پرداخته شد، تعیین شده است. شکل (۶) محدوده محلات مورد بررسی را در ۱۲ محله نشان می‌دهد:



شکل ۶ محدوده محلات پیرامون بافت مرکزی و متراکم شهر آمل

دموگرافی نمونه و نتایج پرسشنامه

مشخصات فردی. برخی از مشخصات فردی افراد که پرسشنامه‌ها به کمک آن‌ها در سطح محلات جمع‌آوری شد، نظیر سن، مالکیت خودرو، درآمد و... به صورت شکل (۷) می‌باشد.

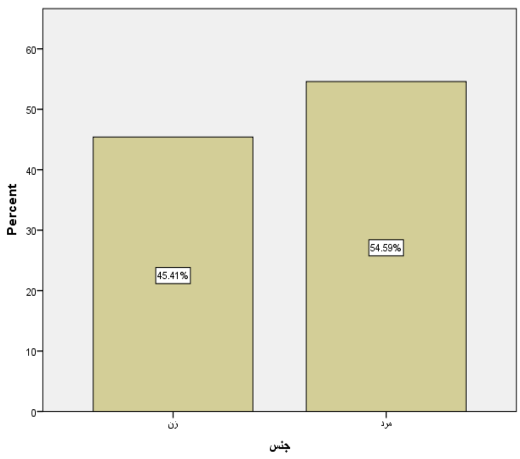
حدود نیمی از افراد شغل‌های آزاد دارند، این شغل‌ها غالبا کشاورزی، راننده، مغازه‌داری، کلیه شغل‌های خدماتی و... می‌باشند که در شهر وجود دارد.

همان طور که از شکل (۸) مشاهده می‌شود بیشتر سفرهایی که به صورت پیاده انجام می‌شوند، با هدف تفریحی و خرید می‌باشد، این به این دلیل است که برای انجام این نوع سفرها افراد اغلب زمان بیشتری دارند، علاوه بر برطرف کردن نیازهای خود، به پیاده‌روی مشغول می‌شوند.

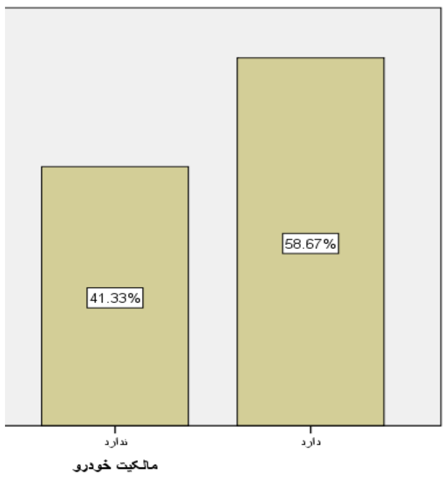
همان طور که از شکل (۸) مشاهده می‌شود، بیش از ۵۰ درصد افراد در غروب برای نیازمندی های مختلف خود به پیاده‌روی می‌پردازند.

با توجه به نمودار فوق بیش از نیمی از افراد تمایل به پیاده‌روی با مسافتی بیش از ۱۲۰۰ متر را دارند که برای شهر متوسطی مانند آمل درصد قابل ملاحظه‌ای می‌باشد.

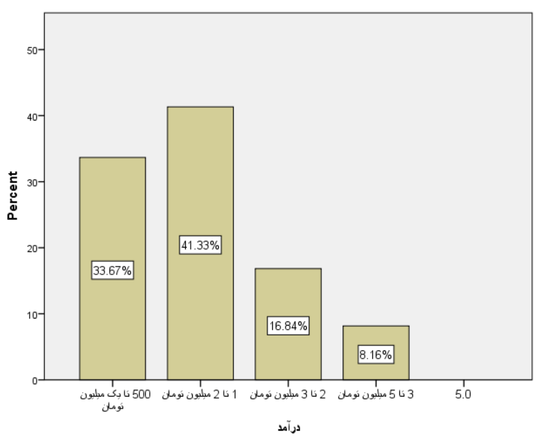
همان طور که از نمودار (۹) مشخص است، با توجه به ارکان اصلی توسعه حمل و نقل پایدار بیشتر مشکلات از دیدگاه مردم به ترتیب مربوط به عدم وجود تسهیلات عابر پیاده، عدم دسترسی و اتصال بین خیابان‌ها جهت پیاده‌روی و کمبود کاربری‌های مختلط و به صورت مجتمع، عدم ارائه خدمات و سیستم مناسب حمل و نقل عمومی و تجهیزات ایمنی برای عابر پیاده اولویت‌بندی شده است.



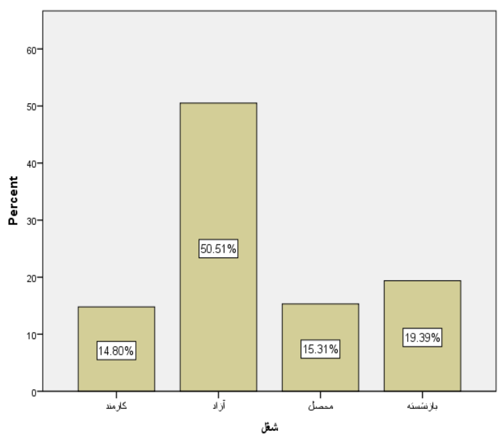
(الف)



(ب)

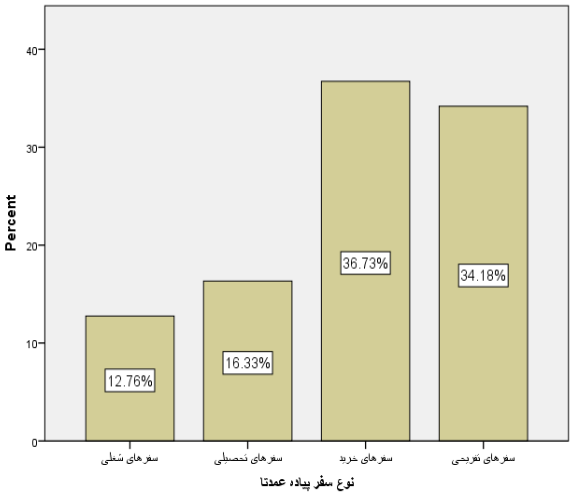


(ج)

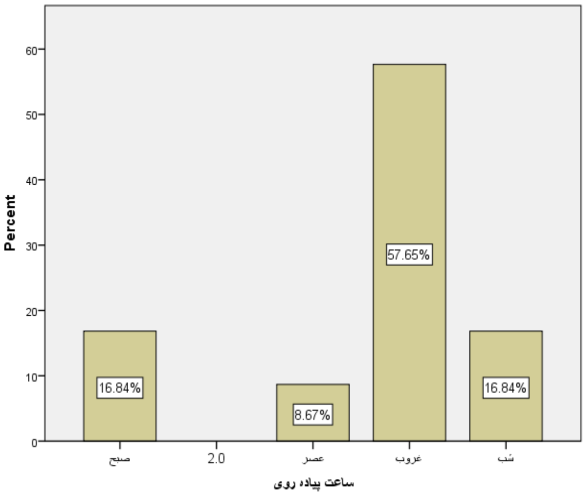


(د)

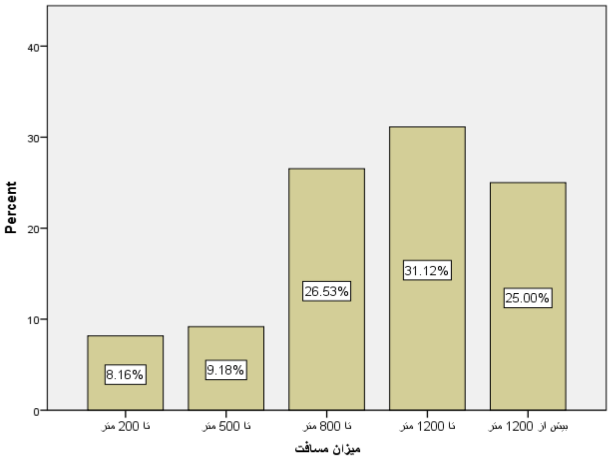
شکل ۷ نمودار درصد فراوانی: الف) جنسیت افراد، ب) مالکیت خودرو، ج) رنج‌های درآمدی افراد، د) نوع شغلی افراد



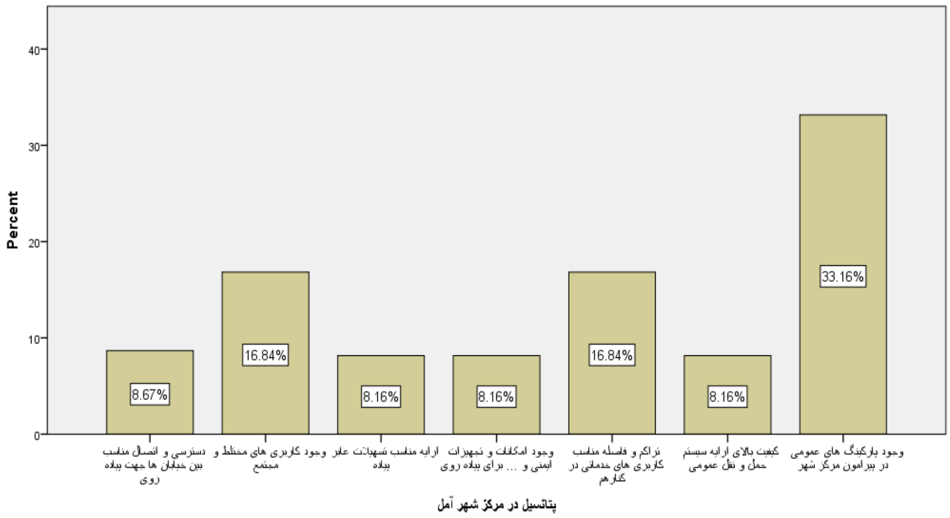
(الف)



(ب)

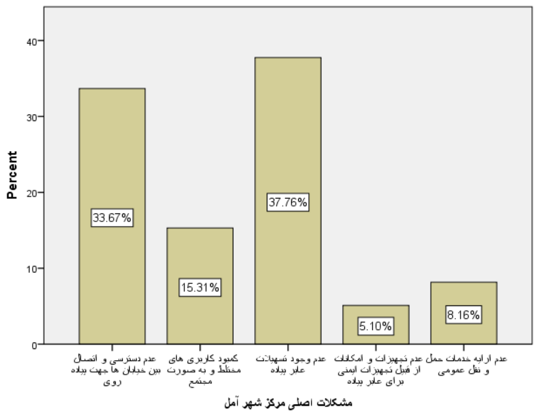


(ج)

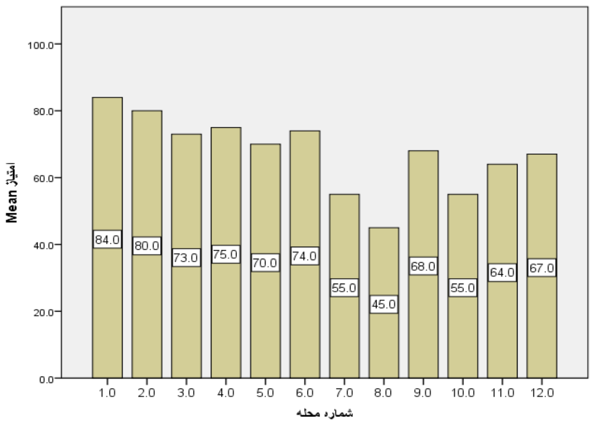


(د)

شکل ۸ درصد فراوانی: الف) نوع سفر به صورت پیاده، ب) زمان پیاده‌روی افراد، ج) میزان تمایل افراد به پیاده‌روی در نمونه آماری، د) پتانسیل‌های اصلی در بافت محلات مرکزی شهر آمل با تأکید بر توسعه حمل و نقل پایدار



(الف)



(ب)

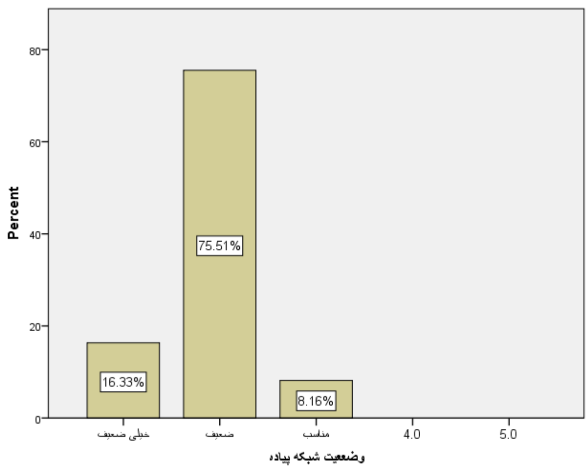
شکل ۹ درصد فراوانی: الف) مشکلات اصلی بافت‌های مرکزی شهر آمل با تأکید بر توسعه حمل و نقل پایدار

ب) امتیاز کلی و میانگین به ویژگی‌های حمل و نقل پایدار در محلات مرکزی و بافت متراکم شهر آمل

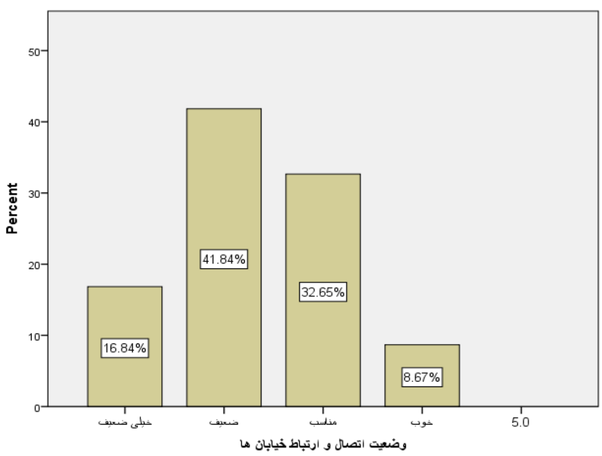
بررسی برخی از پاسخ‌ها پیرامون توسعه حمل و نقل پایدار. همان طور که از شکل (۹) مشخص می‌باشد، بیشترین پتانسیل‌ها و نقاط قوت از دیدگاه مردم با تأکید بر توسعه حمل و نقل پایدار مواردی نظیر وجود پارکینگ‌های عمومی در بافت پیرامونی مرکز شهر آمل، تراکم و فاصله مناسب کاربری‌های خدمات در کنار هم و وجود کاربری‌های مختلط و به صورت مجتمع ارزیابی و اولویت‌بندی شده‌اند. نتایج کلی و میانگین امتیازها بین ۰ تا ۱۰۰ (به عنوان متغیر وابسته در محلات) به منظور اندازه‌گیری فاکتورهای توسعه حمل و نقل پایدار در محلات مرکزی شهر آمل در نظر گرفته می‌شود به صورت زیر است.

با توجه به پاسخ افراد و تعداد نمونه جمع‌آوری شده، بافت مرکزی شهر آمل به عنوان محله شماره ۱، محله شماره ۲ و محله شماره ۴ به ترتیب بیشترین امتیاز را به خود از لحاظ ویژگی‌ها و امکانات حمل و نقل پایدار اختصاص داده‌اند و محلاتی نظیر محله شماره ۸، محله شماره ۷ و محله شماره ۱۰ به ترتیب کمترین را از لحاظ ویژگی‌های کلی حمل و نقل پایدار به خود اختصاص داده‌اند.

بررسی متغیر مستقل وضعیت شبکه پیاده. وضعیت شبکه پیاده اعم از پیاده‌روی خیابان‌های اصلی و کوچه‌های دسترسی در محلات مرکزی شهر آمل به طور کلی به صورت شکل (۱۰) ارزیابی شده‌اند، همان طور که مشخص است به طور کلی در ۱۲ محله مشخص شده، حدود ۷۵ درصد وضعیت شبکه پیاده را ضعیف ارزیابی نموده‌اند:



(الف)



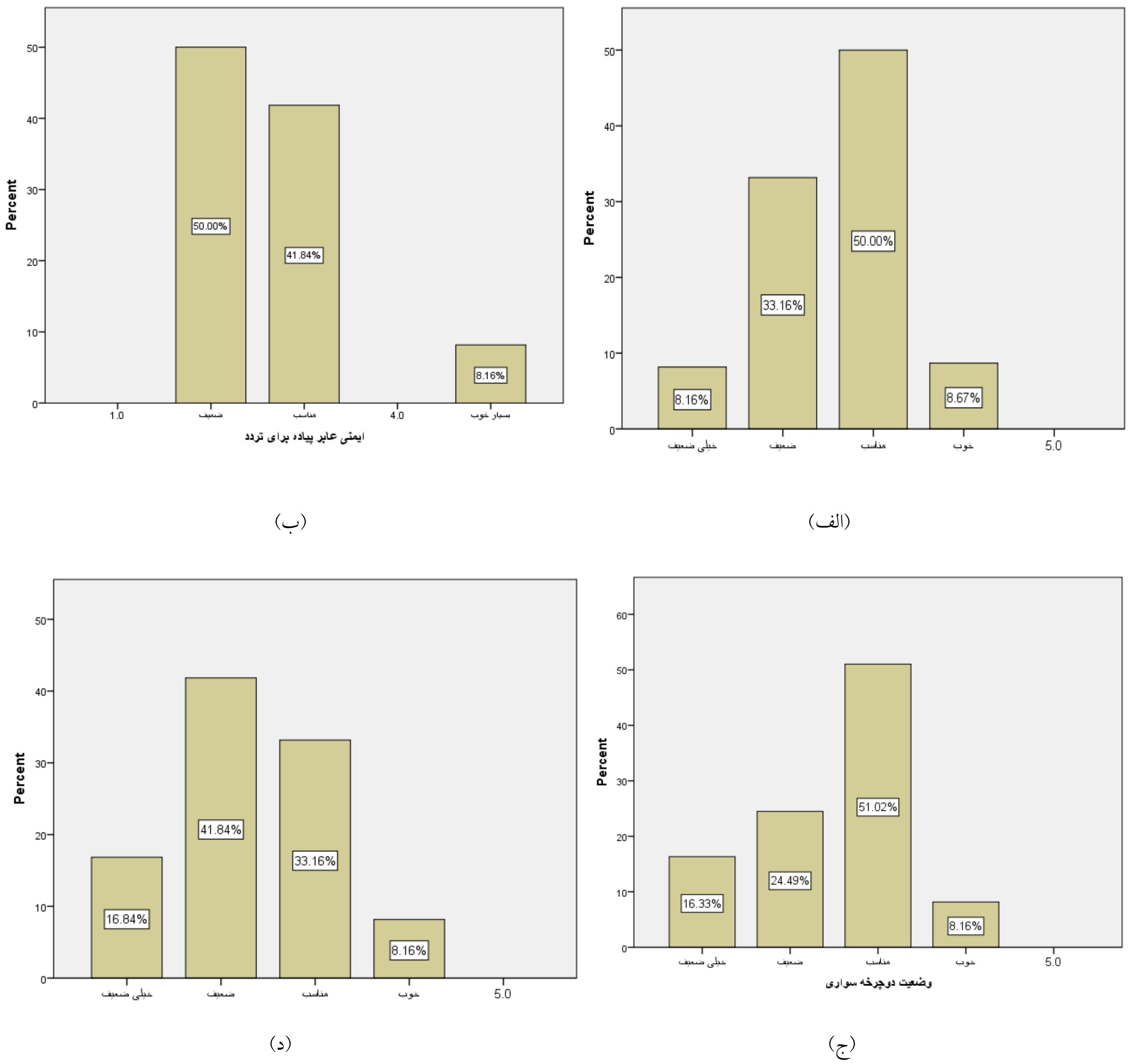
(الف)

شکل ۱۰ ارزیابی متغیر الف) وضعیت شبکه پیاده، ب) وضعیت اتصال و ارتباط خیابان‌ها برای پیاده‌روی

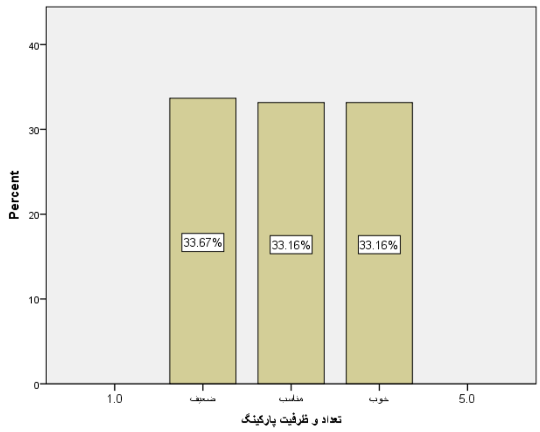
با توجه به ارزیابی افراد در این متغیر به طور کلی نشان دهنده آن است که تنها حدود ۴۰ درصد افراد از ارتباط و کانکتیوتی شبکه معابر جهت دسترسی پیاده رضایت دارند.

شکل (۱۱) این را نشان می‌دهد که حدود ۶۰ درصد از افراد از ارائه سیستم حمل و نقل عمومی به طور کلی در ۱۲ محله تعیین شده از کیفیت ارائه سیستم حمل و نقل عمومی اعم از تاکسی و اعم از اتوبوس رضایت دارند.

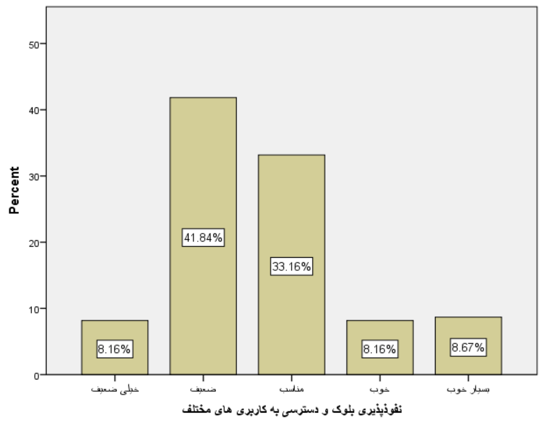
با توجه به شکل (۱۱- ب) حدود ۵۰ درصد این متغیر را ضعیف ارزیابی نموده‌اند. با توجه به شکل (۱۱- ج) حدود ۶۰ درصد از افراد، از وضعیت عرض پیاده‌روها در کل محلات مورد بررسی ناراضی هستند. حدود نیمی از افراد وضعیت دوچرخه‌سواری و استفاده از آن را مناسب ارزیابی نموده‌اند و حدود ۴۰ درصد نیز رضایت کافی را ندارند که درصد قابل ملاحظه‌ای است. حدود ۶۶ درصد از افراد وضعیت ارائه تسهیلات پارکینگ را مناسب و خوب ارزیابی نموده‌اند و حدود ۳۴ درصد ضعیف اعلام نمودند.



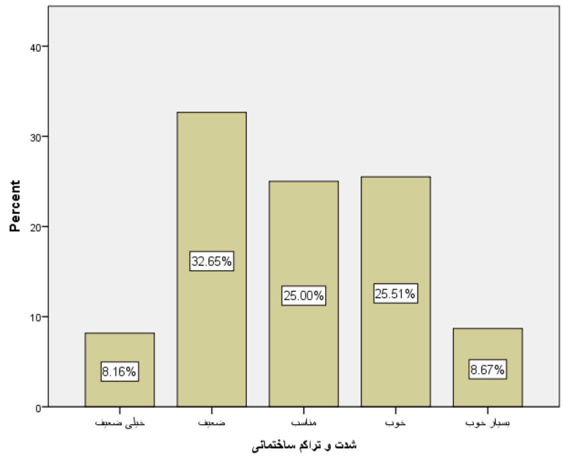
شکل ۱۱ ارزیابی متغیر: الف) کیفیت ارائه سیستم حمل و نقل عمومی، ب) ایمنی عابر پیاده برای تردد، ج) وضعیت عرض پیاده‌روها، (د) وضعیت دوچرخه‌سواری



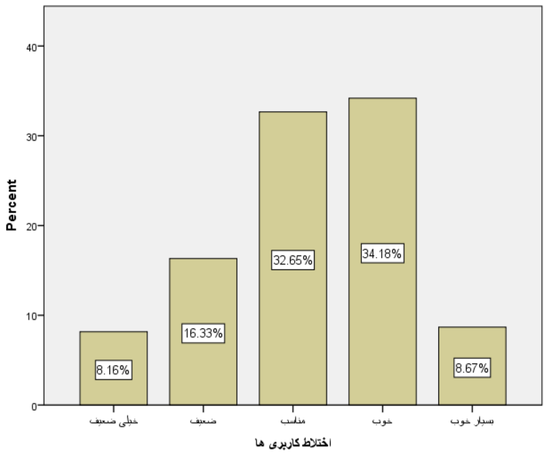
(الف)



(ب)



(ج)



(د)

شکل ۱۲ ارزیابی متغیر الف) وضعیت ارائه تسهیلات پارکینگ، ب) متغیر نفوذپذیری بلوک و دسترسی به کاربری‌های مختلف، ج) شدت و تراکم ساختمانی، د) وجود کاربری‌های مختلط و کاربری‌های به صورت مجتمع ۵۰ درصد از افراد در کل محدوده‌های تعیین شده جهت ارزیابی کیفیت

ویژگی‌های حمل و نقل پایدار، نفوذپذیری محلات و دسترسی به کاربری‌های مختلف را با استفاده از مدهای پایدار از مناسب تا خیلی خوب ارزیابی نموده‌اند. ۶۰ درصد از افراد در کل محدوده‌های تعیین شده جهت ارزیابی کیفیت ویژگی‌های حمل و نقل پایدار، شدت و تراکم ساختمانی را از مناسب تا خیلی خوب ارزیابی نموده‌اند، که رضایت افراد را نشان می‌دهد. ۶۰ درصد از افراد در کل محدوده‌های تعیین شده جهت ارزیابی کیفیت ویژگی‌های حمل و نقل پایدار، شدت و تراکم ساختمانی را از مناسب تا خیلی خوب ارزیابی نموده‌اند، که رضایت افراد را نشان می‌دهد. ۷۵ درصد از افراد در کل محدوده‌های تعیین شده جهت ارزیابی کیفیت ویژگی‌های حمل و نقل پایدار وجود کاربری‌های مختلط و کاربری‌های به صورت مجتمع را از مناسب تا خیلی خوب ارزیابی نموده‌اند، که رضایت قابل ملاحظه افراد را نشان می‌دهد.

مدل‌سازی آماری

پس از بررسی ویژگی‌های فردی پرسشنامه‌ها جهت شناخت اطلاعات کلی و ارزیابی متغیر وابسته و متغیرهای مستقل توسط افراد در بخش قبلی، حال به مدل‌سازی آماری (تحلیل رگراسیون) پرداخته خواهد شد. با توجه به نتایج مدل متغیر وابسته یعنی همان امتیازی که از مشاهدات به منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های حمل و نقل پایدار در سطح محلات مرکزی شهر آمل نتیجه شده است، مدلی وابسته به متغیرهای مستقل که ۱۰ مورد می‌باشند و مربوط به شبکه حمل و نقل و کاربری‌ها می‌باشد، ارائه خواهد

شد. جدول (۲) اطلاعات کلی مدل شامل مقدار R و مربع آن است که نسبت تغییرپذیری مقادیر yرا که می‌تواند توسط خط برازش شده بیان شود، اندازه می‌گیرد. آماره مربع R نیز در واقع ضریب تعیین درصد تغییرپذیری کل به علت رگرسیون روی x است. آماره‌های بعدی مربع R تصحیح شده که نشان می‌دهد چه مقدار از کل واریانس متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل توجیه می‌شود که با توجه به مقدار ۷۲۳/. میزان آن قابل قبول است، در واقع این عدد انحراف معیار باقی‌مانده‌های مدل است و با توجه به اینکه مقدار آن بالای ۰٫۷ است قابل قبول می‌باشد و مناسب است. عدد دوربین واتسون با میزان ۲٫۱۵۷ (میزان مناسب بین ۱٫۵ تا ۲٫۵) نشان دهنده این است که متغیرهای این مدل مستقل از یکدیگر می‌باشند.

همچنین جدول (۳) تجزیه واریانس رگرسیون را نشان می-دهد که با توجه به مقدار sig این مدل دارای معنی‌داری است و مقدار F (نسبت میانگین رگرسیون نسبت به میانگین باقی مانده-ها) برابر ۴۸٫۶۹۹ می‌باشد که بسیار مناسب است. جدول (۴) اطلاعات مدل رگراسیون برای متغیرهای مستقل را نشان می‌دهد. با توجه به جدول فوق، متغیرهای مستقل مرتبط با شبکه و سیستم حمل و نقل نظیر ۱) وضعیت شبکه پیاده از نظر کیفیت جداره و طراحی جذاب برای عابران، ۲) ایمنی عابر پیاده برای تردد، ۳) وضعیت دوچرخه‌سواری و کیفیت استفاده از آن دارای سطح معناداری مناسب (sig<0.05) می‌باشند و در مدل تأثیر گذار هستند. همچنین متغیرهای مستقل مربوط به کاربری‌ها که در اندازه‌گیری کیفیت حمل و نقل پایدار در بافت‌های مرکزی شهر آمل تأثیرگذار هستند عبارت اند از ۱) شدت و تراکم ساختمانی و ۲) وجود کاربری‌های مختلط و به صورت مجتمع در توصیف و تحلیل مدل فوق با توجه به ضرایب B که برای دو متغیر معنادار حوزه حمل و نقل منفی است و برای تمامی متغیرهای حوزه کاربری مثبت است. پس می‌توان نتیجه گرفت که محلات تعیین شده، به طور کلی دارای وضعیت مناسبی در رابطه با شاخص‌های شبکه حمل و نقل پایدار نیستند و افراد در این حوزه و نظام رضایت کافی ندارند، اما در حوزه کاربری (تراکم و وجود کاربری‌های مختلط)، با توجه به بافت محلات دارای رضایت نسبی می‌باشند، لذا باید در حوزه حمل و نقل پایدار بیشتر بر روی توسعه در خصوص دو متغیر فوق تمرکز داشت. همچنین در نقشه شکل (۱۲) مدل پیشنهادی اندازه‌گیری میزان برخورداری از حمل و نقل پایدار را در محلات شهر آمل بر اساس داده‌های وضع موجود در دو حوزه حمل و نقل و کاربری نشان می‌دهد.

جدول ۲ اطلاعات کلی مدل

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin Watson
					R Square Change	F Change	Df1	Df2	Sig. F Change	
1	0.850[a]	0.723	0.708	6.4259	0.723	48.194	10	185	0.000	2.157

a. Predictors (Constant) اختلاط کاربری ها، ایمنی عابر پیاده برای تردد، تعداد و ظرفیت پارکینگ، وضعیت اتصال و ارتباط خیابان ها، وضعیت شبکه پیاده، وضعیت تعداد ایستگاه حمل و نقل عمومی، وضعیت دوچرخه سواری، وضعیت عرض پیاده روها، نفوذ پذیری بلوک و دسترسی به کاربری های مختلف، شدت و تراکم ساختمانی

b. Dependent Variable: امتیاز

جدول ۳ تجزیه و تحلیل واریانس مد

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin Watson
					R Square Change	F Change	Df1	Df2	Sig. F Change	
1	0.850[a]	0.723	0.708	6.4259	0.723	48.194	10	185	0.000	2.157

a. Predictors (Constant) اختلاط کاربری ها، ایمنی عابر پیاده برای تردد، تعداد و ظرفیت پارکینگ، وضعیت اتصال و ارتباط خیابان ها، وضعیت شبکه پیاده، وضعیت تعداد ایستگاه حمل و نقل عمومی، وضعیت دوچرخه سواری، وضعیت عرض پیاده روها، نفوذ پذیری بلوک و دسترسی به کاربری های مختلف، شدت و تراکم ساختمانی

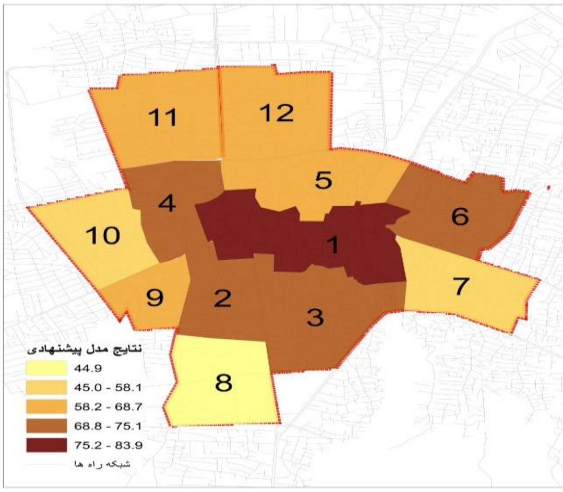
b. Dependent Variable: امتیاز

جدول ۴ ارایه ضرایب مدل رگرسیون، ضرایب B و عدد ثابت

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
۱	Regression	19900.545	10	1990.054	48.194	0.000b
	Residual	7639.129	185	41.293		
	Total	27539.673	195			

a. Dependent Variable: امتیاز

b. Predictors (Constant) اختلاط کاربری ها، ایمنی عابر پیاده برای تردد، تعداد و ظرفیت پارکینگ، وضعیت اتصال و ارتباط خیابان ها، وضعیت شبکه پیاده، وضعیت تعداد ایستگاه حمل و نقل عمومی، وضعیت دوچرخه سواری، وضعیت عرض پیاده روها، نفوذ پذیری بلوک و دسترسی به کاربری های مختلف، شدت و تراکم ساختمانی



شکل ۱۲ مدل پیشنهادی اندازه گیری میزان برخورداری از حمل و نقل پایدار در محلات شهر آمل براساس داده های وضع موجود

با توجه به شکل فوق محله شماره یک یعنی محله مرکزی شهر آمل بیشترین ویژگی‌های حمل و نقل پایدار را دارا ست و محلاتی نظیر محلات شماره ۲، ۳، ۴ و ۶ در یک سطح دارای مطلوبیت از نظر شاخص‌های حمل و نقل پایدار (کاربری و شبکه حمل و نقل) را داراست، همچنین محله ۸ نیز ضعیف‌ترین محله از لحاظ ویژگی‌های کاربری و شبکه حمل و نقل پایدار با توجه به متغیرهای معنادار تعیین شده می‌باشد.

متغیرهای مستقل مربوط به کاربری ها که در اندازه گیری کیفیت حمل و نقل پایدار در بافت های مرکزی شهر آمل تاثیر گذار هستند، عبارتند از:

۱. شدت و تراکم ساختمانی که در حدود ۶۰ درصد از افراد محدوده های تعیین شده جهت ارزیابی کیفیت ویژگی‌های حمل و نقل پایدار، شدت و تراکم ساختمانی را از مناسب تا خیلی خوب ارزیابی نموده اند.

۲. وجود کاربری های مختلط و به صورت مجتمع، که حدود۷۵ درصد از افراد در کل محدوده های تعیین شده جهت ارزیابی کیفیت ویژگی های حمل و نقل پایدار وجود کاربری های مختلط و کاربری های به صورت مجتمع را از مناسب تا خیلی خوب ارزیابی نموده اند.

متغیرهای مستقل مرتبط با شبکه و سیستم حمل و نقل نظیر:

۱. وضعیت شبکه پیاده از نظر کیفیت جداره و طراحی جذاب برای عابرین: در حدود ۶۰ درصد از افراد، از وضعیت عرض پیاده روها در کل محلات مورد بررسی ناراضی هستند.

۲. ایمنی عابر پیاده برای تردد: در حدود ۵۰ درصد این متغیر را ضعیف ارزیابی نموده اند.

۳. وضعیت دوچرخه سواری و کیفیت استفاده از آن دارای سطح معناداری منا سب (sig<0.05) می‌با شند. حدود نیمی از افراد وضعیت دوچرخه سواری و استفاده از آن را مناسب ارزیابی نموده اند و حدود ۴۰ درصد نیز رضایت کافی را ندارند.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، به ارزیابی مناطقی از بافت‌های شهری پرداخته

شد که با توجه به معیارهای کاربری‌ها و ویژگی‌های شبکه حمل و نقل می‌تواند در پایداری حمل و نقل و جابجایی افراد، توسعه ایجاد کند. بدین منظور در این تحقیق ابتدا به شناخت ویژگی‌های مربوط به حمل و نقل پایدار در دو نظام کاربری‌های شهری و شبکه حمل و نقل در شهر آمل با استفاده از پرسشنامه، بررسی‌های میدانی و اطلاعات اخذ شده در طرح‌های قبلی پرداخته شد، سپس با استفاده از مدل سازی آماری رگراسیون بر اساس مشاهدات پرسشنامه، متغیر وابسته یعنی اندازه گیری کیفیت ویژگی‌های حمل و نقل پایدار در محلات مختلف (در ۱۲ محله تعیین شده) وابسته به متغیرهای مستقل مرتبط با سیستم حمل و نقل و کاربری زمین اندازه گیری شد. بدین منظور در راستای پژوهش نیز به شناخت عواملی که باعث افزایش دسترسی و کاهش جابجایی با وسایل نقلیه و رشد هوشمند شهرها می‌شود (نظیر کاربری‌های مختلط، تراکم بالا و ...)، پرداخته شد. همچنین شناخت و تعیین متغیرهای مستقل در توسعه حمل و نقل پایدار در دو نظام کالبد کاربری‌ها و ویژگی‌های شبکه حمل و نقل در مناطق متراکم صورت پذیرفت. در ادامه سطح معناداری و میزان تاثیر شاخص‌ها در حمل و نقل پایدار در بافت‌های متراکم تعیین گردید و در نهایت مدل‌سازی آماری بین متغیرها و پیشنهاد الگو جهت توسعه حمل و نقل پایدار در محلات پس از سنجش و ارزیابی امتیاز آن نیز انجام پذیرفت.

۱. ۵۰ درصد از افراد در کل محدوده‌های تعیین شده جهت ارزیابی کیفیت ویژگی‌های حمل و نقل پایدار، نفوذپذیری محلات و دسترسی به کاربری‌های مختلف را با استفاده از مدهای پایدار از مناسب تا خیلی خوب ارزیابی نموده اند.
۲. ۶۰ درصد از افراد در کل محدوده‌های تعیین شده جهت ارزیابی کیفیت ویژگی‌های حمل و نقل پایدار ، شدت و تراکم ساختمانی را از مناسب تا خیلی خوب ارزیابی نموده‌اند، که رضایت افراد را نشان می‌دهد.
۳. ۶۰ درصد از افراد در کل محدوده‌های تعیین شده جهت ارزیابی کیفیت ویژگی‌های حمل و نقل پایدار، شدت و تراکم ساختمانی را از مناسب تا خیلی خوب ارزیابی نموده‌اند، که رضایت افراد را نشان می‌دهد.
۴. ۷۵ درصد از افراد در کل محدوده‌های تعیین شده جهت ارزیابی کیفیت ویژگی‌های حمل و نقل پایدار وجود کاربری‌های مختلط و کاربری‌های به صورت مجتمع را از مناسب تا خیلی خوب ارزیابی نموده‌اند، که رضایت قابل ملاحظه افراد را نشان می‌دهد.

در نتیجه‌گیری کلی از تحقیق با توجه به ضرایب مدل پیشنهادی، می‌توان نتیجه گرفت که افراد در حوزه شبکه و سیستم حمل و نقل رضایت کافی ندارند، اما در حوزه کاربری (تراکم و وجود کاربری‌های مختلط)، با توجه به بافت محلات دارای رضایت نسبی می‌باشند، لذا باید در حوزه حمل و نقل پایدار بیشتر بر روی توسعه در خصوص دو متغیر مربوط به شبکه و کیفیت سیستم حمل و نقل (شامل وضعیت شبکه پیاده از نظر کیفیت جداره و طراحی جذاب برای عابرین، ، وضعیت دوچرخه سواری ،) داشت.

با توجه به نتایج می‌توان دریافت که روند توسعه حمل و نقل پایدار از مرکز شهر آمل به بیرون- که هرچه به جداره پیرامونی می‌رسد کیفیت آن تضعیف می‌گردد- ناشی از آن است که شهر آمل به صورت تک هسته‌ای است و تراکم و وجود کاربری‌های مختلف بیشتر در یک هسته متمرکز است، بنابراین هرچند از لحاظ کاربری زمین باعث توسعه حمل و نقل پایدار شده است، اما از لحاظ ویژگی‌های ارتباطی و سیستم حمل و نقل باعث ازدحام در این مناطق شده است که پیشنهاد می‌شود، این نوع شهر از حالت تک هسته‌ای به چند هسته مبدل شوند تا ضمن ارایه خدمات و کاربری‌های مختلف و مختلط در محلات پیرامونی باعث کاهش ازدحام و توسعه ویژگی‌های مربوط به شبکه و سیستم حمل و نقل نظیر افزایش ایمنی عابر پیاده، کاهش تداخلات حرکت سواره با پیاده، امکان استفاده از دوچرخه، دسترسی و افزایش کیفیت افراد به خدمات به صورت پیاده و ... شود.

واژه نامه

توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی	Transit-oriented development
هزینه فضای باز	Green open space
حمل و نقل ریلی سبک	Light rail transit
سیستم اطلاعات جغرافیایی	Geographical information system
شبکه هوشمند عابر پیاده	

شبکه هوشمند عابر پیاده	Pedestrian smart network
مرکز تجاری شهر	Central business district

سپاسگزاری

مراجع

[1] S.E. Abdolmanafi Rokni, T. Vedadi, S. A. Saadatjoo, S. Fatemi and S. A. Ziaee, "*Modeling pedestrian flow in urban pedestrian facilities using meta-heuristic algorithms Case study: Rasht city*", Ferdowsi Civil Engineering, vol. 34, no. 4, pp. 45-54, (2021). (In Persian) https://doi.org/10.22067/jfcei.2022.73898.1088

[2] I. Bargegol, M. Rahmaninezhad Asil, S. Fatemi and S. A. Saadatjoo "Discovering the Factors Affecting the Severity of Heavy Vehicle Crashes on Rural Roads Using Logit Regression", *Ferdowsi Civil Engineering*, vol. 35, no. 2, pp. 75-86, (2022). (In Persian) https://doi.org/10.22067/jfcei.2022.73927.1093

[3] F. Russo, A. Comi, "The Simulation of Shopping Trips at Urban Scale: Attraction Macro-Model", *Social and Behavioral Sciences*, vol. 39, pp. 387 – 399, (2012). https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.116

[4] Moslehi, Pejman, "Evaluation of behavioral stations in the urban environment in relation to citizenship behaviors", Conference between Civil Engineering, Architecture and Urban Development Management in Iran, Tehran. (In Persian)

[5] M. Sedigh bavar, A. Naderan and M. Saffarzadeh, "Evaluating the Spatial Impacts of Environmental Factors on the Frequency of Urban Crashes using the Spatial Bayes Method based on Euclidean Distance and Contiguity", *Ferdowsi Civil Engineering*, vol. 36, no. 2, pp. 1-20, (2023). (In Persian) https://doi.org.10.22067/jfcei.2023.80940.1213

[6] D. Berrigan, L. W. Pickle and J. Dill, "Associations between street connectivity and active transportation", *International Journal of Health Geographics*, vol. 9, (2010). https://doi.org/10.1186/1476-072X-9-20

[7] Z. Sahraiean, A. Zangabadi, F. Khosravi, "Spatial Analysis and site selection of health medical and hospital centers using GIS(case study:Jahrom city)", *Geogr Space*, vol. 43, no. 13, pp. 153-170, (2011).

[8] R. J. Schneider, K. Shafizade and S. L. handy, "Methodology to Gather Multimodal Trip Generation Data in Smart-Growth Areas", *Transportation Research Board*, vol. 2354, no. 1, (2012). https://doi.org/10.3141/2354-08

[9] M. Ahmadinejad, Sh. Afandizadehand S. M. Yadi Hamedani, S. (2012). An Innovative Methodology to Extend Intervening Opportunity Model for Predicting Home-based Shopping Trips. Ferdowsi Civil Engineering, vol. 24, no. 1, pp. 45-58, (2012).(In Persian) https://doi.org/10.22067/civil.v24i1.22003

[10] M. Ameri, H. Bigdeli rad, H. Shaker and A. Ameri, "Predicting Traffic Safety Using PSO-SVM Method and Back Propagation Neural Network", Ferdowsi Civil Engineering, vol. 34, no. 4, pp. 1-14, (2021). (In Persian) https://doi.org/10.22067/jfcei.2022.73920.1092

[11] sedigh bavar,A. Naderan, M. Saffarzadeh, M, "The spatial effect of the contribution of land use types in the occurrence of accidents based on traffic area zones Case study: Shiraz metropolis", Ferdowsi Civil Engineering, vol. 36, no. 3, pp. 1-16, (2023). (In Persian) https://doi.org.10.22067/jfcei.2023.80945.1214

[12] Litman, T. (2003) "Measuring transportation: traffic, mobility and accessibility", *ITE Journal, Vol*. 73, No. 10, pp, 28–3, (2009).

[13] United Nations Department of Public Information, "Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development,

Rio Declaration on Environment and Development, Statement of Forest Principles; the final text of agreements", United Nations, (1992).

[14] R. Ahmadian, V. Saeedian, "The impact of transportation on urban uses with a sustainable development approach", *8th Transportation and Traffic Engineering Conference of Iran*, (2008). (In Persian)

[15] M. Refayan, A. Pour Jafar, A. Taqvai and A. Sadeghi, "Presenting the process of urban design of local communities with an emphasis on the (transportation-oriented development)", *journal of urban studies*- vol. 6, no. 92, Pp.59-74, (2013). (In persian)

[16] C. Lee, A. V. Moudon, "The 3Ds + R: Quantifying land use and urban form correlates of walking", *Transport and Environment*, vol. 11, no. 3, pp. 204-215, (2006). https://doi.org/10.1016/j.trd.2006.02.003

[17] F. Scorza, F. Giovanni, "Active mobility-oriented urban development: a morpho-syntactic scenario for a mid-sized town", *European Planning Studies*, vol. 32, no. 2, pp. 320-344, (2024). https://doi.org/10.1080/09654313.2022.2077094

[18] H. Hayati Sari, M. Mulyani, "Transit-oriented development: towards achieving sustainable transport and urban development in jakarta metropolitan, Indonesia", *Sustainability*, vol. 14, no. 9, pp. 52-44, (2022). https://doi.org/10.3390/su14095244

[19] A. Mobaraki, O. V. Beser, "A conceptual model for assessing the relationship between urban morphology and sustainable urban form." *Sustainability.* Vol.14, No. 5, pp. 2884, (2022). https://doi.org/10.3390/su14052884

[20] N. Epicoco, F. Marco, "Decision support tools for developing sustainable transportation systems in the EU: A review of research needs, barriers, and trends", *Research in Transportation Business & Management.* Vol.43, pp. 100819,(2022). https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2022.100819

[21] G. Domenico, G. C. Cassone and M. Malara, "Experimental models of pedestrian flows as support to design new sustainable paths in urban context", *Transportation research procedia*, vol.60, pp.188-195, (2022). https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2022.100819

[22] M. Mahdavi, A. Tawaklan, "land use analysis of Amol city", *scientific-research*, vol.6, no.4, (2008).